



OVIHUEC.DAT

Caracterización de la gestión forestal e impulso socioeconómico en zonas de montaña mediante un rebaño comunal en un entorno digital

2.1.3.1.1 Monitorización de animales

Convocatoria de ayudas de la Fundación Biodiversidad, en régimen de concurrencia competitiva, para apoyo a proyectos transformadores para la promoción de la bioeconomía ligada al ámbito forestal y la contribución a la transición ecológica (regulada por la Orden TED/1014/2021, de 20 de septiembre, y por la Orden TED/408/2023, de 24 de abril, que modifica la anterior) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU para el ejercicio del 2023



Información del documento

Número de informe	2.1.3.1.1
Nombre del informe	Monitorización de animales
Descripción del informe	Este informe describe el uso de distintas aplicaciones de diferentes fabricantes de sistemas de geolocalización y los datos que se obtienen como informe de capacitación de cómo utilizar los datos de geolocalización para gestión de rebaños extensivos.
Objetivo	Objetivo 2 - Tecnológico
Actividad	Actividad 2.1 - Testeo de collares de geolocalización de conexión por LORA y collares de vallado virtual NOFENCE
Entidad coordinadora de la actividad	IRTA
Entidades participantes de la actividad	Fundación CTIC, Consell Generau d'Aran
Palabras clave	Ganadería, tecnología, geolocalización, uso de datos, Val d'Aran
Autores	Neus Artigas Piñero
Colaboradores	Guillem Piris, Noelia Moreno, Joan Lecum
Aprobado por	Antoni Dalmau Bueno

Advertencia:

Este documento es propiedad de los miembros que conforman el proyecto OVIHUEC.DAT. No está permitida su copia o distribución en ningún caso sin el consentimiento previo de los propietarios de este, quienes tienen los derechos de autor del presente escrito.

Parte de la convocatoria de la Fundación Biodiversidad y financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Sin embargo, las opiniones y visiones expresadas son de los autores del documento y no representan necesariamente las de los entes convocantes y financieros. Por lo tanto, ni la Unión Europea ni la entidad convocante pueden ser responsabilizadas por estas.



Índice

Uso y funcionamiento de las aplicaciones de collares de geolocalización.....	3
1. Introducción	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Estructura del informe	5
2. Collares de geolocalización	6
2.1. Introducción	6
2.2. Descripción de los dispositivos.....	6
2.3. Instalación y configuración	8
3. Funcionamiento de los aplicativos móviles	9
3.1. Digitanimal	9
3.2. Rumi-Innogando	15
3.3. Ixorigue	23
4. Referencias bibliográficas.....	32
Análisis comparativo de los collares de geolocalización.....	33
1. Introducción.....	33
1.1. Antecedentes.....	33
1.2. Objetivos.....	34
1.3. Estructura del informe.....	34
2. Evaluación de los collares de geolocalización.....	35
2.1. Digitanimal	35
2.2. Rumi-Innogando	39
2.3. Ixorigue	41
3. Conclusiones.....	49
4. Referencias bibliográficas.....	50



Uso y funcionamiento de las aplicaciones de collares de geolocalización

1. Introducción

1.1. Antecedentes

En el noroeste de Cataluña se encuentra la comarca del Valle de Arán, un territorio hasta hace poco aislado debido a la orografía del paisaje. Las altas montañas y los escarpados valles han condicionado el ciclo vital y las actividades cotidianas de los que viven allí; sobre todo de la especie humana.

Esta región de Cataluña ha estado ocupada por asentamientos humanos desde la prehistoria. Ahora bien, la vida en la montaña nunca ha sido fácil. La hostilidad del medio, el relieve accidentado y las condiciones climáticas extremas, han dificultado bastante su vida. A nivel económico, la montaña ha sido apreciada por tener las principales materias primas, como la madera, el agua y sobre todo los minerales. Ahora bien, la cantidad de recursos de fácil obtención no era suficiente para permitir vivir cómodamente a la gente de la zona, sino todo lo contrario; eran justos (Bosch, 2017).

El sector agrícola y ganadero también encontraba dificultades para aprovechar otro muy valioso recurso: el suelo. La mayoría de superficie presente eran tierras que se hallaban en zonas inaccesibles o tenían una orografía demasiado abrupta; haciendo que la cantidad de suelo aprovechable por el uso agrícola fuera mucho más escaso de lo que podría parecer a simple vista. Antiguamente, la ganadería y agricultura funcionaban mediante prácticas tradicionales. El objetivo de esta era aprovechar al máximo cada rincón de suelo disponible y así abastecer al mayor número de personas y a la vez, todas las reses. Así pues, se talaron bosques y se limpiaron zonas de matorral con la intención de amplificar la cantidad de zonas de cultivo y tierras de pasto (Lasanta-Martínez et al. 2005) (Ellenberg, 1988).

Ahora bien, la escasez de medios y la dificultad de acceso de estos recursos fueron factores decisivos para explicar por qué las zonas de montaña nunca pudieron acoger un volumen poblacional ni animal tan elevado como otras regiones de Cataluña. En los años setenta, gran parte de la población que vivía en las zonas rurales emigró a



grandes ciudades. Eso supuso una disminución de la cantidad de explotaciones agrícolas y ganaderas (Lasanta-Martínez et al., 2005). En los últimos años, la ganadería extensiva sigue experimentando un declive persistente, con una tendencia hacia la intensificación y, en el caso del Valle de Arán, hacia el abandono (Berriet, 2018; Godde, 2018; Portús, 2020; Pinto, 2023).

Menor-de-Gaspar-López (2025) realizó un estudio para comprender las dinámicas que impulsan la intensificación o el abandono y entender las posibles discrepancias entre los objetivos de las políticas actuales y la realidad ganadera del país. Uno de sus resultados determinó que el sector presenta una serie de desventajas entre otros sectores por sus condiciones laborales poco atractivas (por ejemplo, la falta de tiempo y el gran esfuerzo físico), lo que desemboca en una insuficiente renovación generacional.

Uno de los principales desafíos de la ganadería extensiva es el monitoreo constante del ganado y la ubicación precisa en tierras de pastoreo; unas tareas que ocupan gran tiempo y esfuerzo. El uso de nuevas tecnologías de información avanzada puede servir para mejorar la gestión y el rendimiento de la producción de los animales (Bewley, 2010) y puede servir como atractivo para un público más joven que permite fomentar el relieve generacional (Chiswell y Loble, 2018).

1.2. Objetivos

OVIHUEC.DAT tiene como objetivo base la creación de un rebaño comunal en Vilamós, población del Valle de Arán. Este proyecto enmarca varios ámbitos de trabajo, entre los cuales se encuentra la implementación de collares de geolocalización con el objetivo de, junto con los collares de vallado virtual, recoger datos relacionados con el uso del hábitat, la actividad general del rebaño, los patrones de comportamiento e indicadores de bienestar animal.

El uso de nuevas tecnologías es clave no para el desarrollo del proyecto en sí, sino para testar unas tecnologías que pueden ser de gran utilidad en el sector. En los últimos años, el Consell Generau d'Aran ha incorporado nuevas tecnologías para ayudar a hacer la vida más fácil a los ganaderos de extensivo. De la misma manera, desde el Programa de Bienestar Animal del IRTA se vienen testeando collares de geolocalización en zonas próximas al Valle de Arán (Parque Natural del Alto Pirineo) desde 2018 con resultados muy prometedores tanto en una buena localización de



animales en zonas de difícil acceso, como en proporcionar información general del animal.

Es por eso por lo que este informe presente de la subacción 2.1.3.1 busca ser una herramienta descriptiva sobre la implementación y uso de estas nuevas tecnologías que sirva de guion o de pauta para ganaderos o futuros jóvenes que se quieren incorporar en el sector.

1.3. Estructura del informe

El informe presente se estructurará de la siguiente manera: En primer lugar, hablaremos de los dispositivos de precisión, comúnmente llamados collares de geolocalización, explicaremos el funcionamiento de estos dispositivos y la colocación o instalación de estos en los animales. A continuación, se explicará de manera detallada como usar las aplicaciones tanto de *Digitanimal*, *Rumi-Innogando* como de *Ixorigue* destacando las aplicabilidades más interesantes para el control y manejo del ganado.



2. Collares de geolocalización

2.1. Introducción

Los collares de geolocalización forman parte del marco del Internet de las Cosas (IoT). Se trata de dispositivos físicos que están equipados con un software y sensores que les permite conectarse e intercambiar datos a través de internet sin intervención humana directa.

La información generada por los dispositivos se transmite mediante redes de comunicación de largo alcance, ya sean públicas o privadas, a través de las pasarelas o *gateways* instaladas en la zona; estas comúnmente conocidas con el nombre de antenas. Una vez transmitidos, los datos se envían hacia una plataforma nube, donde pueden visualizarse, analizarse y generar alertas automáticas a través del aplicativo móvil o web correspondiente.

Los collares de geolocalización han sido diseñados para una comunicación de bajo consumo que permite el seguimiento en tiempo real y el control básico de la salud del ganado extensivo mediante sensores de geolocalización, de movimiento y temperatura incorporados en los collares. Estos collares integran análisis avanzados, incluyendo modelos de aprendizaje automático para crear alertas predictivas de salud y detección de anomalías de comportamientos; haciéndolos herramientas muy útiles en el monitoreo y gestión del ganado.

El proyecto OVIHUEC.DAT cuenta con un rebaño de 140 ovejas y 20 cabras en sistema extensivo. En total se equiparon 90 animales - cabras y ovejas - con collares de geolocalización pertenecientes a tres marcas comerciales: 30 dispositivos de *Digitanimal*, 30 de *Rumi-innogando* y 30 de *Ixorigue*. El objetivo de esta acción del proyecto es evaluar el rendimiento de cada uno de estos sistemas de geolocalización en entorno de alta montaña para entender el funcionamiento y poder capacitar a los usuarios (ganaderos, técnicos e investigadores) sobre el uso, la interpretación y el aprovechamiento de los datos generados.

2.2. Descripción de los dispositivos

El collar de geolocalización consta de una correa, un contrapeso (menos en el caso de *Ixorigue*) y el dispositivo electrónico. La forma y complementos de los dispositivos



cambian en función de la marca y, a veces del modelo. En el caso del proyecto OVIHUEC.DAT hemos utilizado los siguientes dispositivos:

En el caso de *Digitanimal* se ha empleado el collar EVO con tecnología LoRa. Este collar tiene una batería de larga duración, de más de un año. Su tecnología te permite conocer la ubicación exacta del ganado y el recorrido que ha realizado en las últimas 24 horas des del teléfono móvil. El localizador GPS registra la actividad diaria del ganado y envía datos sobre actividad y salud del animal: alertas por alta o baja actividad y alertas de cambio de temperatura corporal del animal.

En el caso de *Rumi-innogando* se ha utilizado el collar inteligente para vacas de ganadería extensiva con tecnología LoRa. Los dispositivos de la marca *Rumi* están diseñados pensando en vacuno, pero se pueden utilizar en otras especies. Este collar con GPS permite también la monitorización en tiempo real. En este caso, este dispositivo tiene un panel solar que permite cargar el dispositivo de manera autónoma y así olvidar cambiar baterías de los dispositivos. La presencia de panel solar te permite conocer la ubicación de los animales cada 10 minutos sin agotar la batería; cosa que *Digitanimal* y *Ixorigue* emiten señal cada 30 minutos para evitar que la batería se consuma rápido. Su especialización en vacuno ha permitido crear alertas de señales secundarias sobre la salud de los animales como la temperatura y cambios en la rumia del animal. Esto permite anticiparse a posibles patologías. Dentro del dispositivo hay acelerómetros que permite monitorizar las actividades de los animales: rumiar, comer/jugar, descansar, caminar y pastar. Ayuda a detectar patrones de malestar como picos de estrés o alguna actividad muy elevada.

Los collares *Ixorigue* también usan tecnología LoRa. Permiten hacer un seguimiento a tiempo real y recibir alertas instantáneas en el móvil cuando el dispositivo detecta una actividad inusual. En el caso de *Ixorigue*, esta marca se centra a aprovechar los datos que nos ofrecen los dispositivos para, mediante estadística, mejorar el manejo para aumentar la productividad. De la misma manera, *Ixorigue* aprovecha los datos de ubicación para implementar el pastoreo rotacional. Esta casa de collares ofrece una aplicación que te permite conocer el tiempo de pastura de cada parcela o finca y la carga animal para poder adaptar y mejorar la gestión de los pastos. La tecnología de estos dispositivos permite detectar los partos y avisar mediante una alerta que aparece en el aplicativo. En este caso, estos dispositivos presentan una autonomía de hasta cuatro años y, a diferencia de *Rumi-innogando*, no presentan panel solar.



2.3. Instalación y configuración

La instalación y configuración de los collares de geolocalización en el ganado es un proceso sencillo pero importante para asegurar la comodidad de los animales y el correcto funcionamiento de los dispositivos. Previo a su colocación, es importante asegurar que los animales tienen un buen estado de salud y no presentan heridas en el cuello.

Para colocar el collar, se debe ajustar la longitud de la correa al tamaño del cuello del animal. Debe quedar firme, pero que a su vez sea cómoda y que permita que el animal pueda moverse con naturalidad; evitando que estén muy sueltos o que ejerzan demasiada presión. Para que los collares transmiten las señales correctamente, la orientación del collar es fundamental y es necesario seguir las instrucciones del fabricante. En el caso de *Digitanimal* y *Rumi-innogando* los collares se colocarán al lado izquierdo del animal, mientras que en *Ixorigue*, en el caso de ovejas y cabras, se colocarán en la parte inferior de la barbilla. En todos los casos, el código del collar que corresponde a la numeración de este quedará a la parte exterior para que podamos leerlo cuando nos situamos frente el animal en cuestión.

Los contrapesos de los collares *Digitanimal* y *Rumi-innogando* no se utilizaron con el fin de reducir el esfuerzo que los animales debían realizar con el cuello. De este modo, en el proyecto OVIHUEC.DAT se ha dado prioridad al bienestar animal.

Una vez colocado el collar, es importante que no apuntemos el número identificativo o crotal para posteriormente vincularlo con el dispositivo en el aplicativo móvil. En los apartados de a continuación, se especifica como vincular los dispositivos a los números identificativos de los animales en función de la marca que estemos utilizando.

3. Funcionamiento de los aplicativos móviles

3.1. Digitanimal

La aplicación de *Digitanimal* la podremos descargar en las principales plataformas digitales. La podemos encontrar tanto en App Store (para dispositivos Apple) como en *Google Play* (para dispositivos Android). Una vez descargada, entraremos con las credenciales que nos ha dado *Digitanimal*, el usuario y la contraseña.

La pantalla de inicio de la aplicación es una visualización general de los dispositivos en un mapa (ilustración 1) junto a una barra de herramientas situada a la parte inferior de la pantalla que nos permitirá visualizar diferentes contenidos:

- **Collares:** nos permite conocer el estado general de los collares y si hay alguna incidencia técnica.
- **Finca:** Espacio donde crear y editar fincas o recintos de pastoreo y ver el uso de estas.
- **Mapa:** Es la pantalla principal. Permite ver los collares encima de un mapa.
- **Alertas:** Espacio donde ver y configurar alertas asociadas a los dispositivos.
- **Animales:** nos permite ver los animales de la ganadería, sus datos y sus collares asociados.

En la pantalla de inicio o **Mapa** podemos ver la situación general de nuestros dispositivos y animales. Esta pantalla nos da información de la ubicación de los animales sobre mapa, la antigüedad del último mensaje recibido y si hay alguna anomalía asociada al dispositivo animal. Esta información aparece en forma de un código de colores y emoticonos que podemos consultar en la leyenda (emoticono con la i de información que encontramos a la parte inferior derecha de la pantalla).

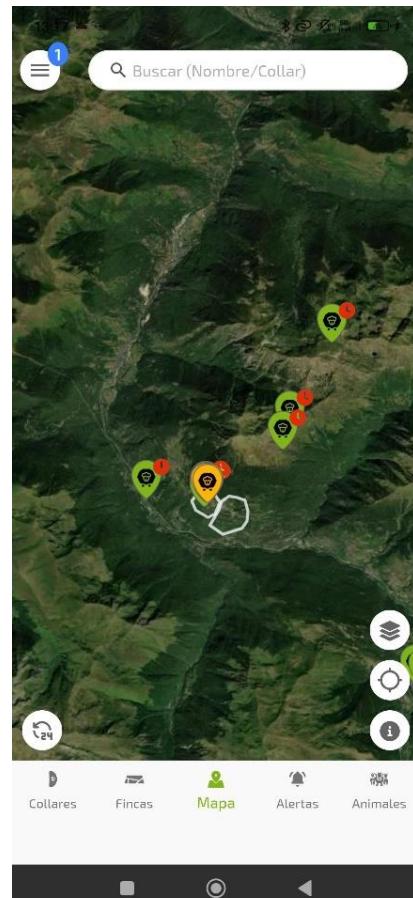


Ilustración 1: Pantalla inicial de la aplicación Digitanimal

Cuando el emoticono de los collares o animales aparecen en emoticono verde, indica que estos no tienen ninguna anomalía; a diferencia del color amarillo, que este si nos indica la presencia de estas. En cambio, cuando nos encontramos con pequeños relojes encima del emoticono de los collares o animales, estos nos avisarán de la antigüedad del último mensaje; siendo amarillo un tiempo de entre 1 y 15 horas, y rojo de más de 15 horas.

Para conocer esta información más al detalle, con un clic sobre el collar o animal que queremos conocer, nos saldrá un mensaje con: el número identificativo del animal, la fecha y hora de la última señal recibida, las posibles alertas o anomalías asociadas a este. Además, esta opción también da pie a consultar la ficha del collar y el recorrido que ha hecho el animal en las últimas horas.

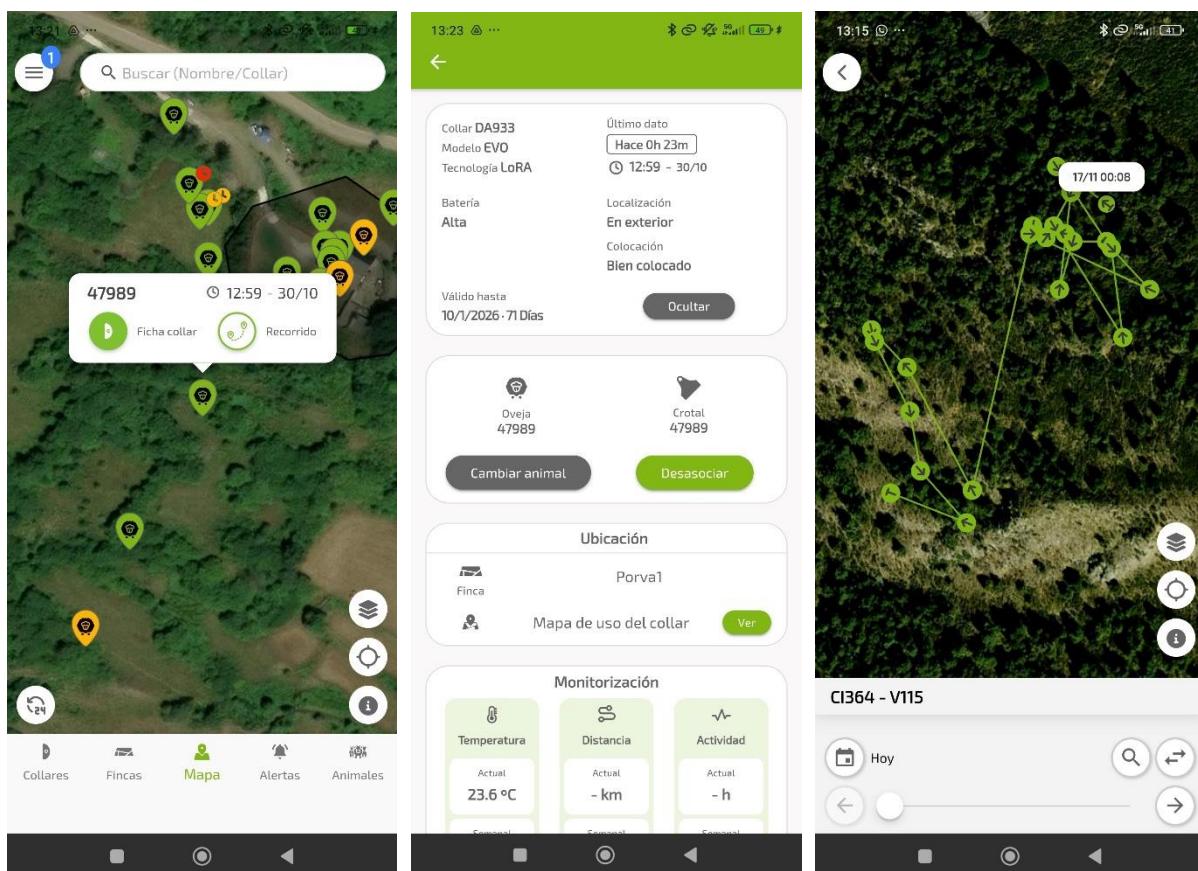


Ilustración 2: A la izquierda la información a consultar clicando encima del ícono animal. Al centro la pantalla “ficha del collar”, a la derecha “recorrido” de la aplicación Digitanimal.

Cuando hablamos de anomalías quiere decir que los animales o collares tienen alguna irregularidad, ya sea una incidencia técnica del collar o una alerta asociada a la actividad del animal. Por lo que respecta a incidencias técnicas, nos

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



encontramos con tres tipos distintos: avisos por mala colocación del collar, avisos porqué el collar detecta que se encuentra en el interior de una nave o edificio y avisos por batería baja. Las tres incidencias supondrán una disminución del rendimiento del collar. Por otro lado, las anomalías por alertas están relacionadas con el animal. El aplicativo móvil nos avisará en aspectos de monitorización de ganado: recuperación de cobertura, cambios en la temperatura del animal, si hay presencia de alta o baja actividad y si hay una pérdida del dispositivo. Por otro lado, también nos avisaran de entradas y salidas en perímetros virtuales que habremos incorporado previamente en la aplicación y que veremos más adelante.

En el apartado **Collares** se muestra toda la información relacionada con los dispositivos: el número total de collares activos, cuántos presentan anomalías y cuántos presentan incidencias técnicas. Al hacer clic en cada categoría, se despliega una lista detallada con todos los collares correspondientes. Desde esta lista, podrás acceder directamente a la ficha técnica del collar. En la ficha del collar es donde podremos asociar el collar a un animal, desasociarlo o cambiar el animal.

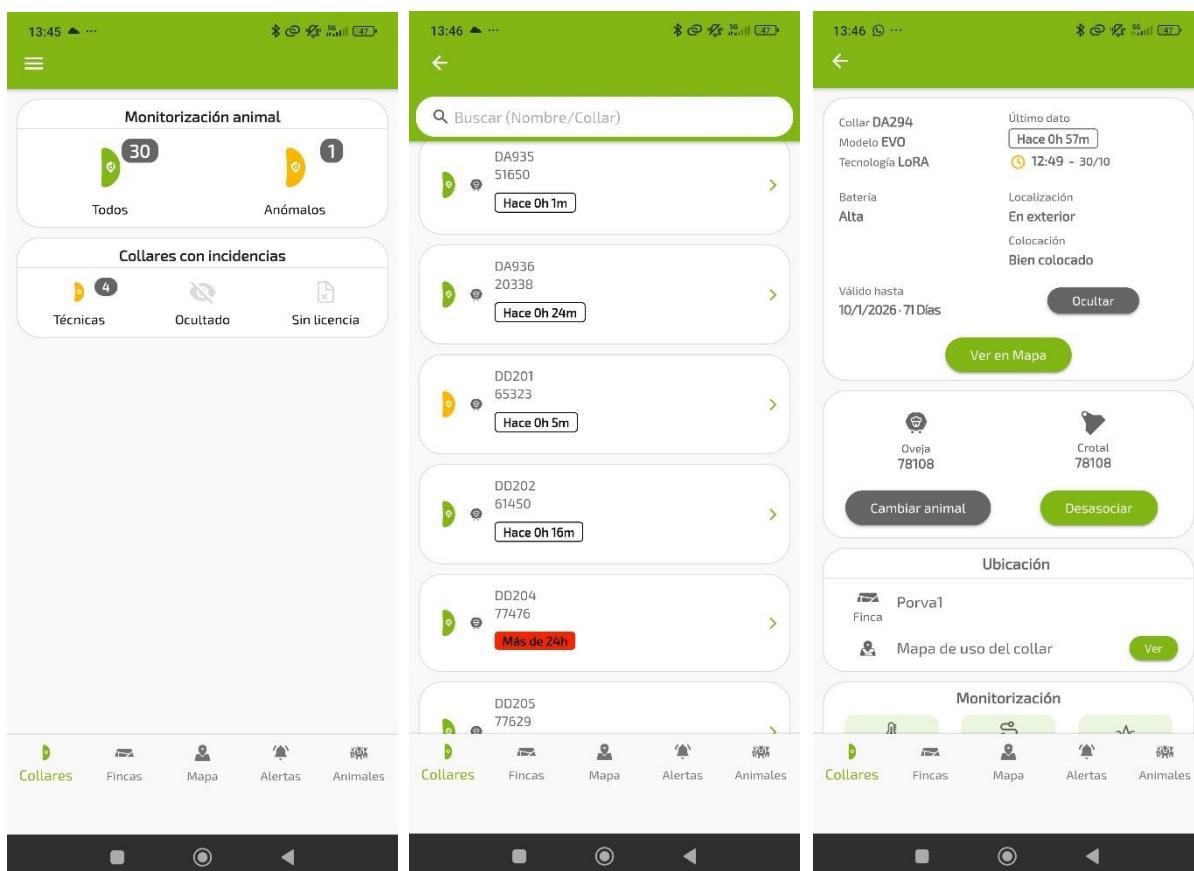


Ilustración 3: Carrusel de pantallas de la sección collares. La primera imagen, vista general de la sección. La segunda, las listas de collares presentes y, la tercera, la pantalla que representa a la información de la ficha de collar.



La ficha del collar es el espacio donde se concentra la información más detallada de un dispositivo concreto: la última señal recibida, los datos del animal que lo porta, las fincas a las que pertenece, el mapa de uso de pastos, las incidencias técnicas registradas y un resumen de los principales datos de monitorización del animal (temperatura, distancia y actividad), comparados tanto con la media semanal como con la del rebaño en general.

En la sección **Finca** se muestra la información de las fincas que hemos creado previamente desde la aplicación móvil. Si aún no se ha creado ninguna finca, únicamente aparecerá la opción para crear una nueva.

Una vez creadas las fincas, en este apartado se muestra un listado con las fincas registradas, indicando el número de recintos que tiene cada una y la superficie total en hectáreas.

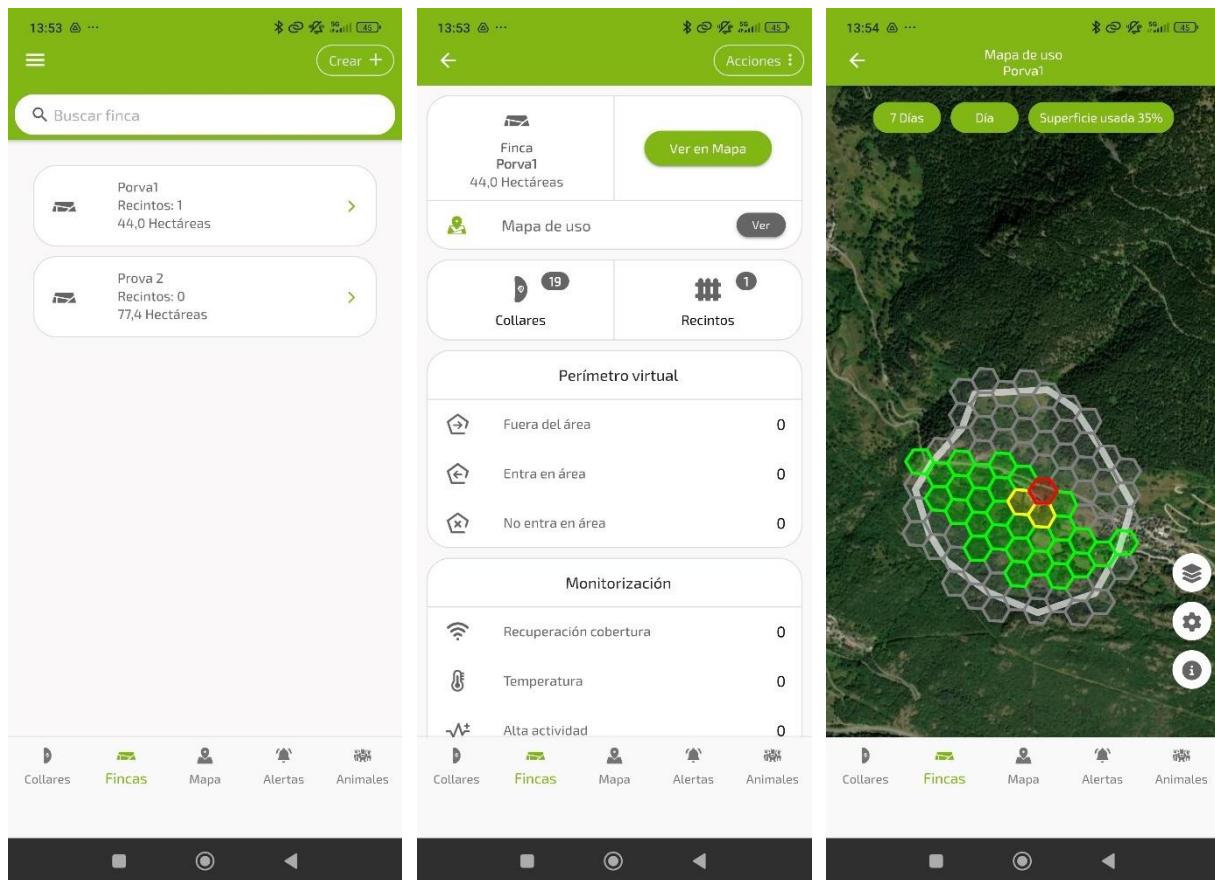


Ilustración 4: Carrusel de pantallas de la sección finca. La primera imagen una vista general de la lista de fincas disponibles, la segunda la ficha de la lista y, la tercera, la consulta de mapa de uso de pasturas de la finca en cuestión.

¿Por qué es interesante crear fincas? Al crear una finca, es posible asociar alertas de perímetro virtual. Esto significa que, si un animal entra o sale de la finca sin que esté previsto, el sistema enviará una notificación automática al móvil.



Dentro de las fincas se pueden crear recintos. Un recinto es un espacio virtual delimitado dentro de la finca. Tiene una función similar a la finca, pero a una escala más reducida. Los recintos, de la misma manera que las fincas, permiten asociar avisos o alertas específicas, pero en áreas más concretas. Por ejemplo, en una finca muy extensa se puede delimitar como recinto el prado o nave donde se encierran los animales cada noche, lo que permite que el dispositivo móvil te avise si alguno se escapa durante la noche.

En el apartado **Alertas** se muestra un listado con los distintos tipos de aviso que se pueden configurar: alertas de perímetro virtual y de monitorización. Una vez configuradas, las alertas activas aparecerán en verde dentro de la lista. En caso de que exista alguna información relevante, se mostrará un pequeño mensaje en amarillo que indicará el número de collares que presentan avisos relacionados con esa alerta concreta.

Para poder configurar las alertas de perímetro virtual es imprescindible haber creado previamente las zonas o fincas. De lo contrario, el sistema no sabrá con respecto a qué espacio debe avisarte si un animal sale o entra de un área determinada. Por ello, el primer paso siempre debe ser la creación de las fincas, ya que son la base que permite que estas alertas funcionen correctamente.

En cuanto a las alertas de monitorización, estas pueden configurarse tanto para un collar concreto como para todos los collares de rebaño. Las alertas que se pueden configurar son: recuperación de cobertura, temperatura, alta actividad, baja actividad y pérdida de collar. Esta funcionalidad resulta especialmente útil para la gestión diaria de los animales, ya que permite recibir avisos ante situaciones específicas. Por ejemplo, si un animal lleva varios días sin enviar señal, podría encontrarse en una zona sin cobertura, y en ese caso se puede crear una alerta de recuperación de cobertura para que el dispositivo móvil notifique automáticamente cuando el collar vuelva a transmitir datos. Del mismo modo, si una



Ilustración 5: Pantalla de la sección alertas

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



vaca empieza a avanzarse para parir, se puede configurar una alerta de baja actividad, ya que una disminución del movimiento puede indicar el inicio del parto.

De la misma manera, es posible establecer alertas generales para todos los collares. Por ejemplo, configurar un aviso de pérdida de dispositivo es recomendable configurarla a todos los collares, de modo que, si alguno se pierde, el sistema notifica de inmediato y se pueda recuperar lo antes posible.

Por último, encontramos el apartado **Animales**, donde se muestra el listado completo de todos los ejemplares que forman parte de la ganadería. Si justo comenzamos a utilizar la aplicación el listado será inexistente pues será necesario crear los animales de nuestra ganadería a través del botón acciones. Una vez creados, los animales aparecerán en la lista principal. Al hacer clic sobre cualquiera de ellos, se desplegará la ficha individual del animal. Esta ofrece información detallada como su número de identificación, la fecha de nacimiento o de incorporación al rebaño, la raza, el collar asociado, etc.

The left screenshot shows the main 'Animales' screen with a list of animal entries. The right screenshot shows a detailed view for animal '78108' (Oveja 78108), with fields for birth date, incorporation date, breed, and collar information. A note indicates incomplete data.

Ilustración 6: A la izquierda, pantalla con el listado de animales. A la derecha, un ejemplo de ficha de collar.

3.2. Rumi-Innogando

La aplicación de *Rumi - Innogando* también la podremos descargar en las principales plataformas digitales. La podemos encontrar tanto en *App Store* (para dispositivos *Apple*) como en *Google Play* (para dispositivos *Android*). Una vez descargada, entraremos con las credenciales que nos ha dado la casa, el usuario y la contraseña.

La pantalla de inicio de la aplicación es una visualización general de los dispositivos en un mapa junto a una barra de herramientas situada a la parte inferior de la pantalla que nos permitirá visualizar diferentes contenidos:

- **Rebaño:** vista general de todo tu rebaño a través de gráficos sencillos.
- **Animales:** En este apartado se puede consultar todos tus animales de forma individual.
- **Mapa:** Es la pantalla principal. Permite ver la ubicación y actividad en tiempo real encima de un mapa.
- **Sensores:** Espacio donde ver y consultar las antenas y otros receptores.
- **Perfil:** Espacio dentro de la aplicación donde consultar y modificar tus datos y ajustes principales.



La pantalla de **Rebaño** hay tres zonas distintas o apartados con variedad de información. Por un lado, en **Mi rebaño** se pueden consultar las actividades del rebaño en tiempo real mediante un diagrama de sectores. Con esta información podemos conocer cuántos animales están descansando, pastando, caminando, rumiando o comiendo/jugando. A la vez, en la misma pantalla aparece información del número de animales que hemos inseminado, se han quedado preñadas, están en preparto o postparto o vacías o son novillas, toros o crías.

Ilustración 7: Pantalla inicial aplicación Rumi-innogando

Por otro lado, hay el apartado **Seguimiento** encontramos una recopilación automática de animales con comportamientos anómalos en formato de lista. La información que nos da cada comportamiento es el número de identificación del animal o nombre, el período en que se ha registrado el cambio de comportamiento,



el tipo de alerta y una breve descripción que ofrece una posible interpretación sobre el motivo de la alerta detectada. Aunque parece un apartado con mucha información, aún tiene mucha más para consultar. Al hacer clic sobre la información de una alerta o anomalía, se abre un gráfico de barras que muestra las actividades realizadas por el animal durante las últimas 24 horas. Además, al seleccionar cualquiera de estas actividades, se despliega un gráfico lineal que representa el índice de actividad correspondiente. Por otro lado, en el apartado variaciones, es posible visualizar cómo cambian las distintas actividades del animal a lo largo de períodos de 3, 7 o 15 días, lo que permite detectar tendencias o comportamientos fuera de lo habitual. Finalmente, la aplicación ofrece la opción de consultar la ubicación del animal directamente en el mapa, facilitando así un seguimiento más completo y visual.

Estas alertas resultan especialmente útiles, ya que nos permiten interpretar los cambios de comportamiento del animal. Si la variación de actividad tiene una causa conocida, se puede marcar la alerta como “ya revisada” e indicar el motivo: posible celo, enfermedad, manejo... De esta manera, se mantiene un registro claro y ordenado de las incidencias, mejorando la precisión en el seguimiento. Por otro lado, si no estamos convencidos de qué puede estar causando la variación de la actividad y estamos preocupados por el animal, marcando el emotícono de una estrella, mantenemos controlado el animal en concreto. Como último subapartado de la página del rebaño, encontramos la opción de **Calendario** con una función muy similar a cualquier calendario digital que te permite añadir eventos y te hace los recordatorios pertinentes.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES

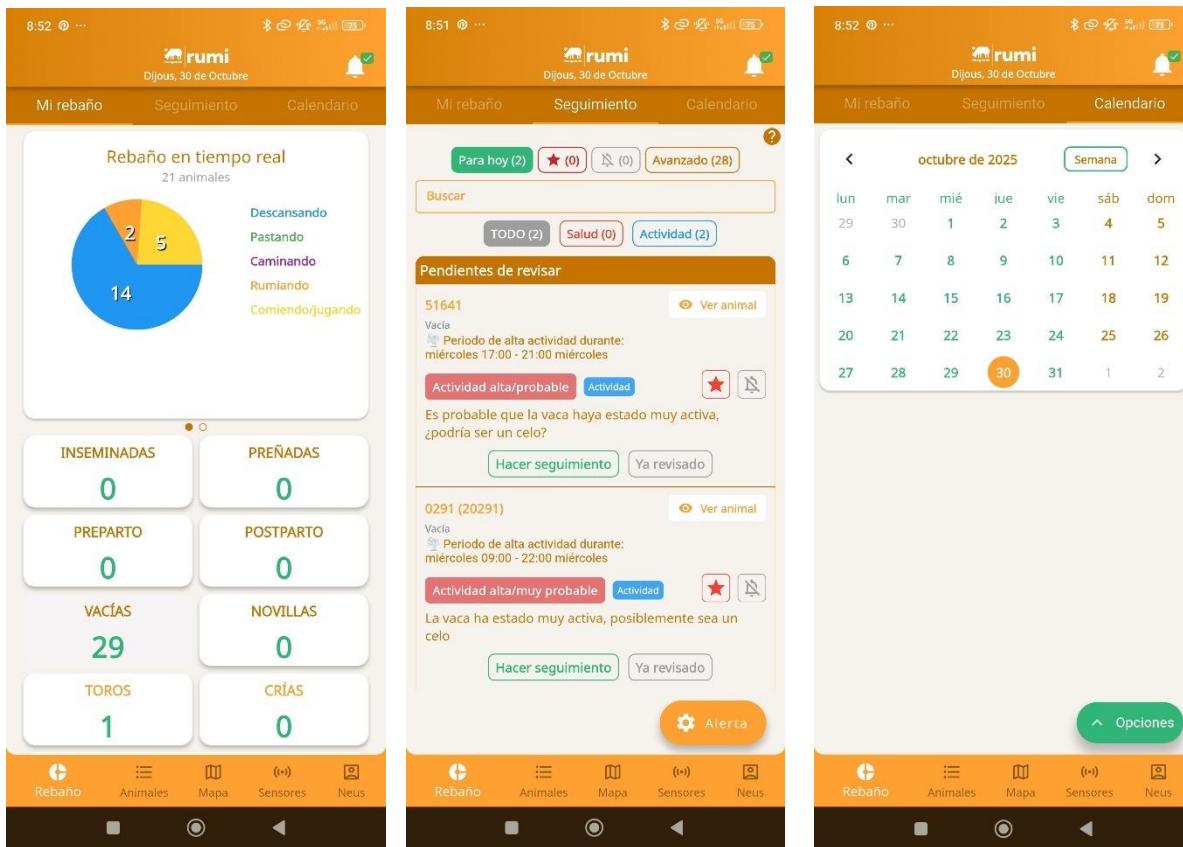


Ilustración 8: Carrusel de pantallas en el apartado rebaño. La primera imagen consiste en una vista general de la vista de mi rebaño, la segunda es un ejemplo del listado de alertas que aparecen en la pantalla seguimiento y, la tercera imagen, corresponde al apartado calendario.

En la sección **Animales** se muestra el listado completo de todos los ejemplares que hemos registrado en la aplicación. Si es nuestra primera vez en esta, no nos aparecerá ninguno. Si queremos añadir un nuevo animal, el proceso es muy sencillo: basta con hacer clic en la opción “añadir animal” y completar los campos solicitados con la información correspondiente. Durante este proceso, será necesario asignar un dispositivo Rumi ID al animal, de modo que quede correctamente vinculado y pueda comenzar a enviarse la información de seguimiento y monitorización.

Una vez creados los animales, estos aparecerán en la lista principal dentro del apartado **Animales**. Al hacer clic sobre cualquiera de ellos, se mostrarán las estadísticas individuales del ejemplar, con cada tipo de actividad representada mediante un código de colores que facilita su interpretación. El primer gráfico que aparece es un diagrama de barras que muestra los datos de actividad en las últimas 24 horas, permitiendo visualizar de forma rápida cómo ha sido su comportamiento reciente. En la parte inferior de esta misma pantalla, la aplicación ofrece información complementaria del animal a través de distintos gráficos más

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



detallados, donde se compara su nivel de actividad con el del rebaño general y se muestra también el número total de pasos realizados.

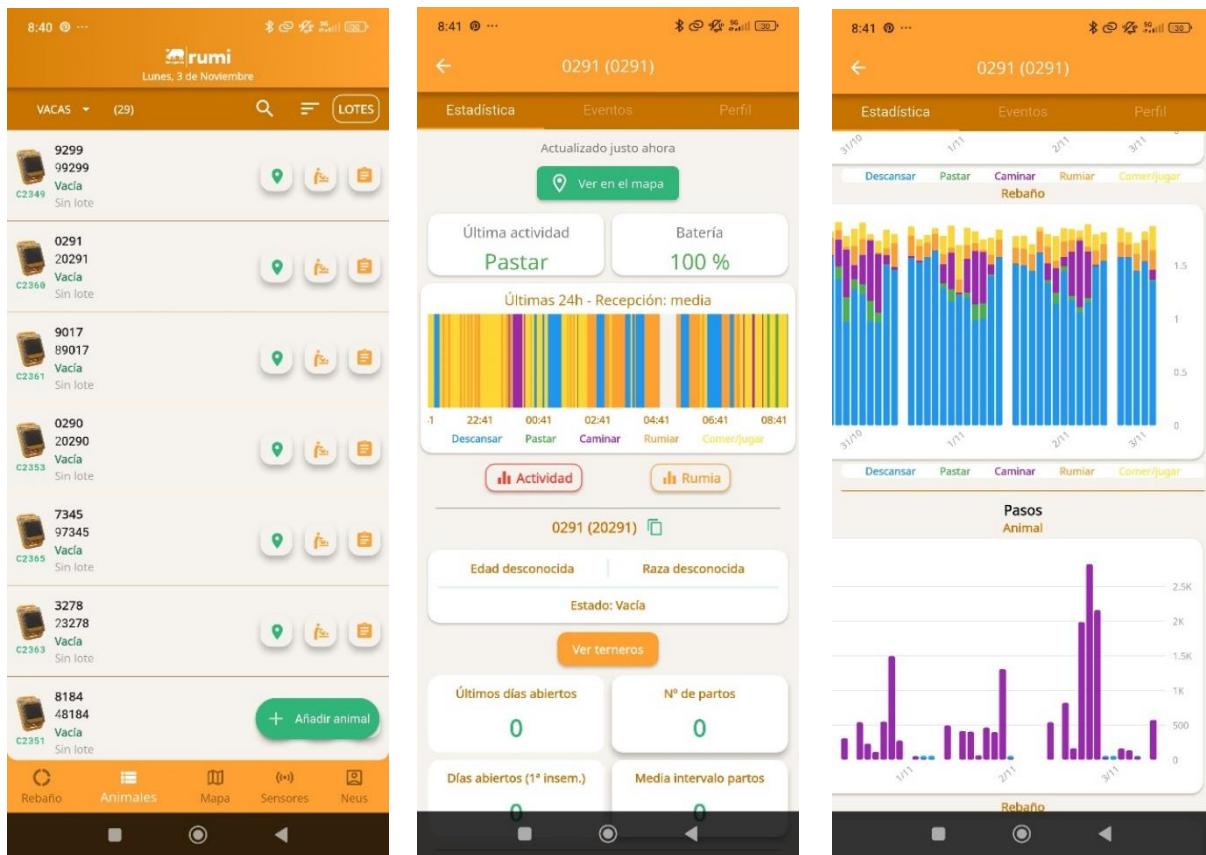


Ilustración 9: Carrusel de pantallas en la sección Animales. La primera imagen es la lista de animales entrados previamente en la aplicación. En la segunda y tercera, el detalle de información de un animal en concreto, en este caso el 0291.

La aplicación de *Rumi-innogando* también permite organizar el rebaño en lotes. Además, si hay un mínimo de animales, podrá comparar el comportamiento individual con el resto del lote. Esto facilita la detección de comportamientos anómalos con un porcentaje de acierto muy alto. En esta misma pantalla, arriba a la derecha podemos entrar en lotes para añadir un lote.

La pantalla que utilizaremos con mayor frecuencia será la del **Mapa**; ya que es la que nos permite visualizar la ubicación de los animales en tiempo real y conocer exactamente dónde se encuentran. Los animales aparecen representados en el mapa mediante un globo de texto con el nombre del animal asignado. El color del globo sigue el mismo código de colores utilizado en el apartado de actividades, lo que facilita una lectura rápida del estado de cada ejemplar. No obstante, si un animal aparece en color turquesa, significa que hace más tiempo de lo normal que no emite señal, lo que puede indicar un posible problema de conexión o cobertura.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES

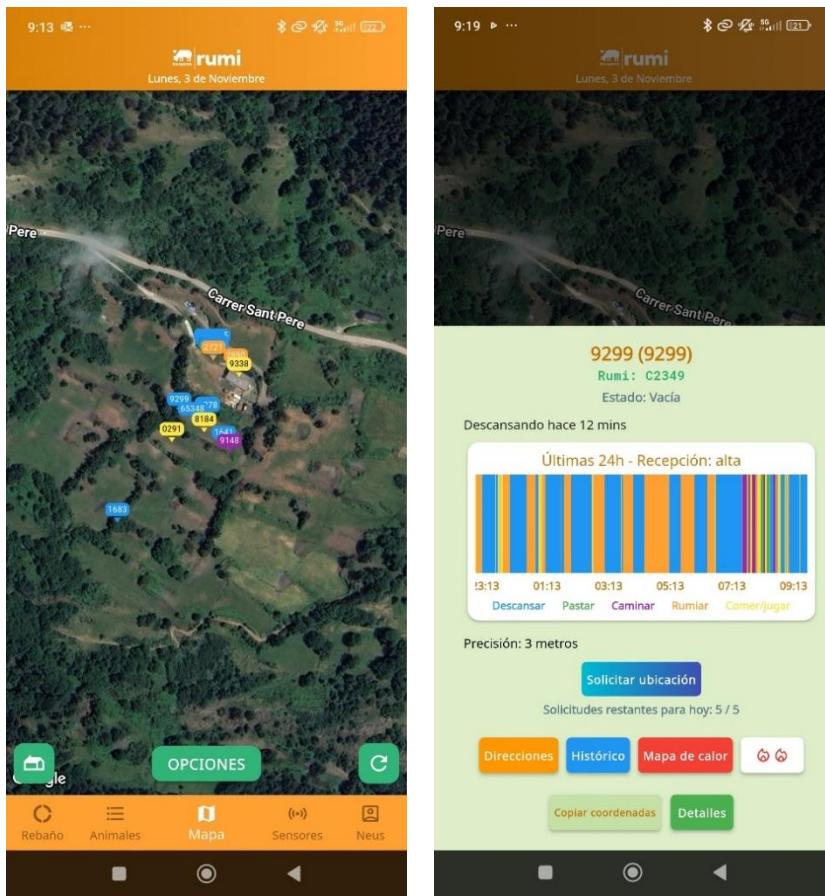


Ilustración 10: Pantalla del apartado mapa. A la derecha, el detalle de la información que aparece al hacer clic sobre un animal.

Al hacer clic sobre un animal en concreto, la aplicación despliega un menú con distintas opciones que permiten acceder a información más detallada (ilustración 10):

- **Diagrama de actividad:** muestra los datos recientes de actividad del animal.
- **Solicitar ubicación:** actualiza la posición del animal. Esta opción es especialmente útil si se está buscando en el terreno.
- **Direcciones:** abre la aplicación *Google Maps* para guiarte hasta el punto donde se encuentra el animal.
- **Histórico:** permite visualizar la trayectoria del animal durante un período determinado, con un rango que va desde las últimas 6 horas hasta 7 días, o incluso seleccionar fechas concretas para analizar los desplazamientos.
- **Mapa de calor:** genera un mapa que muestra las zonas donde el animal ha permanecido más tiempo durante los últimos 7 días. Además, se puede filtrar el mapa de calor en función de una actividad específica.
- **Emotícono de fuego:** ofrece la opción de visualizar un *timelapse* de la hembra en cuestión y del toro. Esta herramienta es especialmente útil para detectar posibles casos de celo.

- **Copiar coordenadas:** permite copiar las coordenadas exactas del animal para consultarlas o compartirlas en otros mapas.
- **Detalles:** abre directamente la ficha del animal con toda su información; esta ya explicada en apartados anteriores.

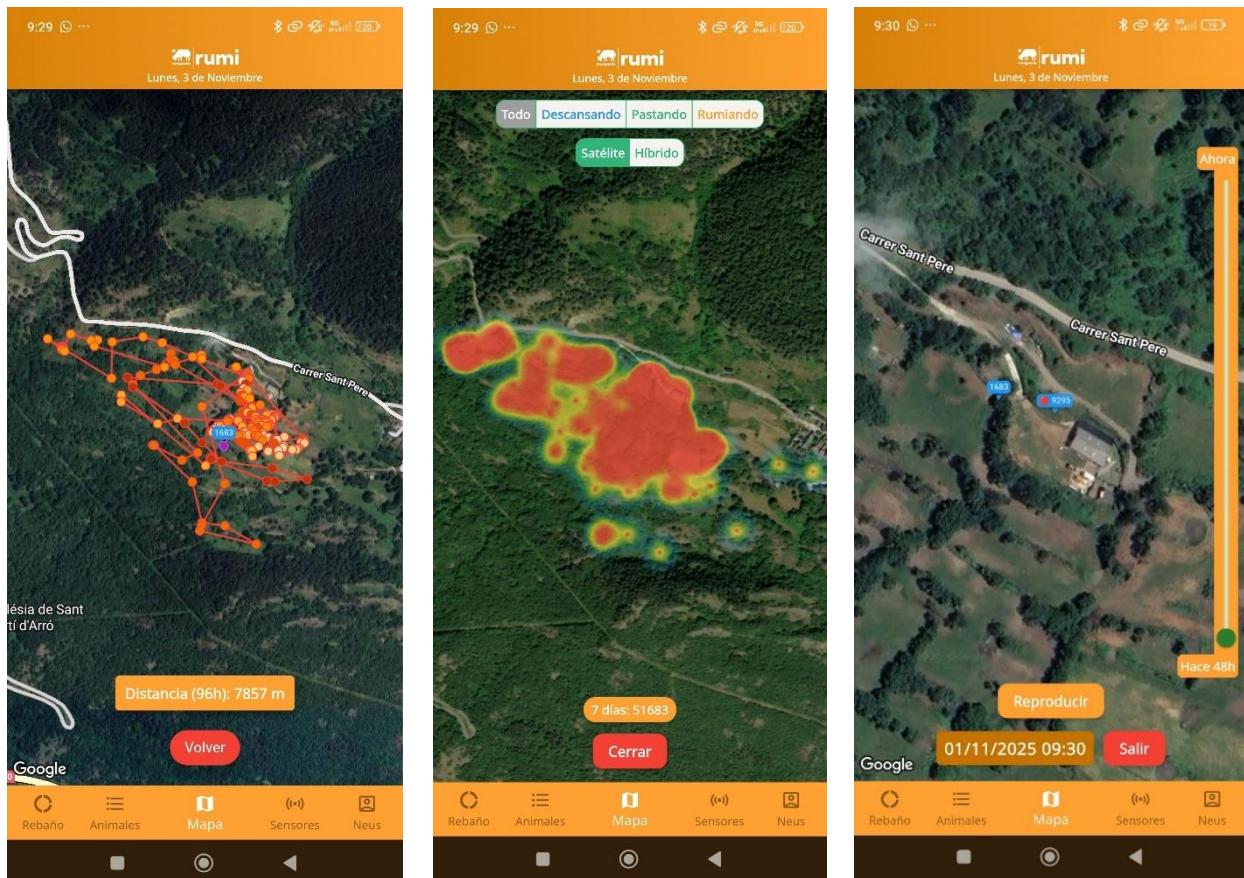


Ilustración 11: A la izquierda, pantalla de histórico de un animal concreto en un período de 2 días. Al centro, mapa de calor del mismo animal. En rojo, las zonas más frecuentadas por este. A la derecha, mapa de ubicaciones del animal concreto y del macho para detectar posibles celos.

Por otro lado, en la parte inferior de la pantalla del mapa, encontramos el botón opciones, desde el cual se accede a diferentes herramientas de filtrado y configuración:

- **Filtrado por estado:** permite visualizar únicamente los animales que cumplen un determinado criterio, como las que han parido, las vacías o, por ejemplo, las que están preñadas.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



- **Timelapse:** ofrece la opción de generar un vídeo acelerado con las trayectorias de los animales seleccionados mostrando sus desplazamientos en intervalos de 12, 24 o 48 horas.

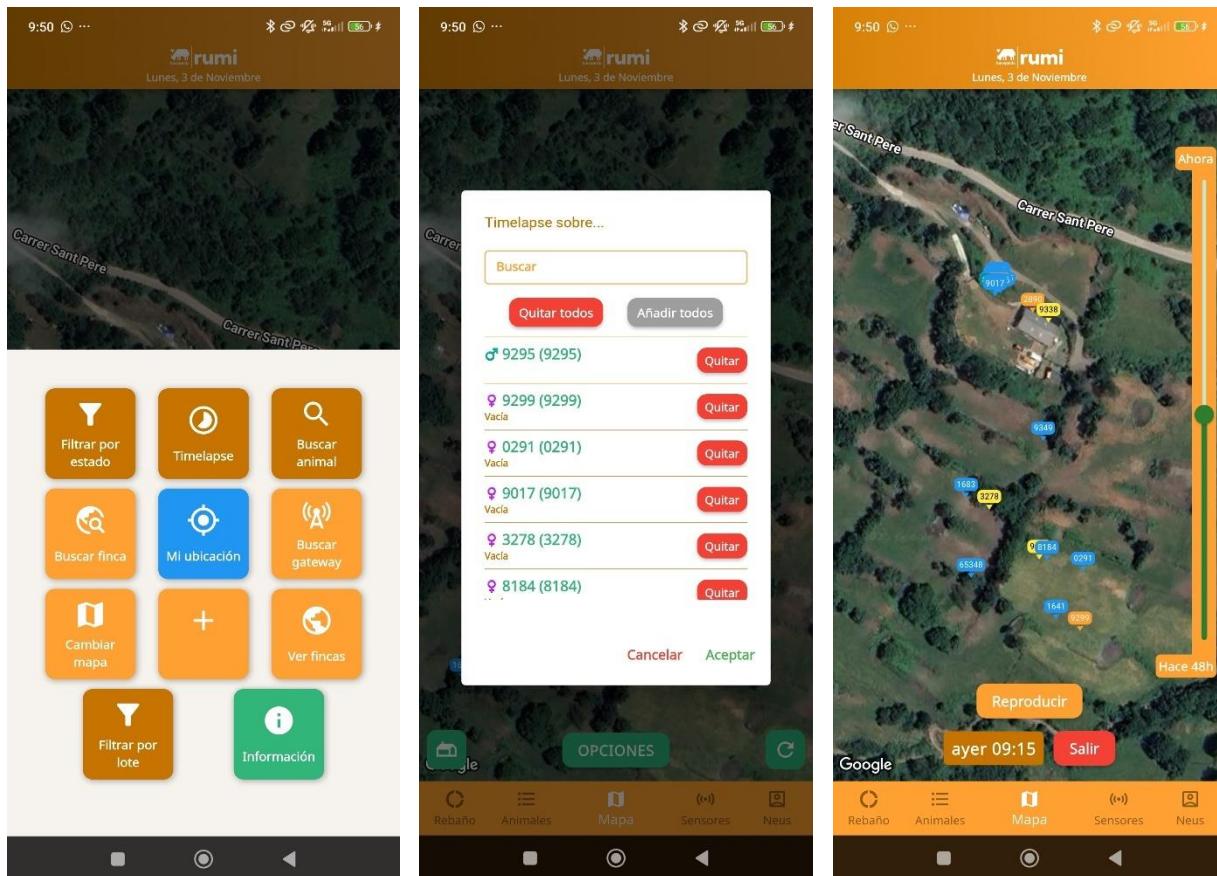


Ilustración 12: Carrusel de pantallas para ver el Timelapse general de todo el rebaño.

- **Buscar animal:** muestra un listado de todos los animales registrados para facilitar la búsqueda rápida de uno en concreto.
- **Buscar finca:** permite localizar una finca entre todas las creadas previamente (es necesario que existan fincas registradas para que aparezcan).
- **Mi ubicación:** sitúa tu posición actual en el mapa, presentada con un punto azul, permitiendo ubicarte respecto al rebaño.
- **Busca Gateway:** muestra la localización de las antenas (*gateways*) disponibles, que son los dispositivos encargados de recibir y transmitir la señal de los collares.
- **Cambiar mapa:** permite alternar entre la vista satelital y la vista topográfica, según las preferencias del usuario o las necesidades del entorno.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



- +: mediante este botón se pueden crear nuevas fincas directamente desde el mapa, estableciendo sus límites tocando los puntos sobre la pantalla. Una vez guardada la finca, es posible activar la opción de *geofencing* con un solo clic sobre ella, lo que permite que la aplicación envíe una notificación automática cuando los animales salgan de los límites.

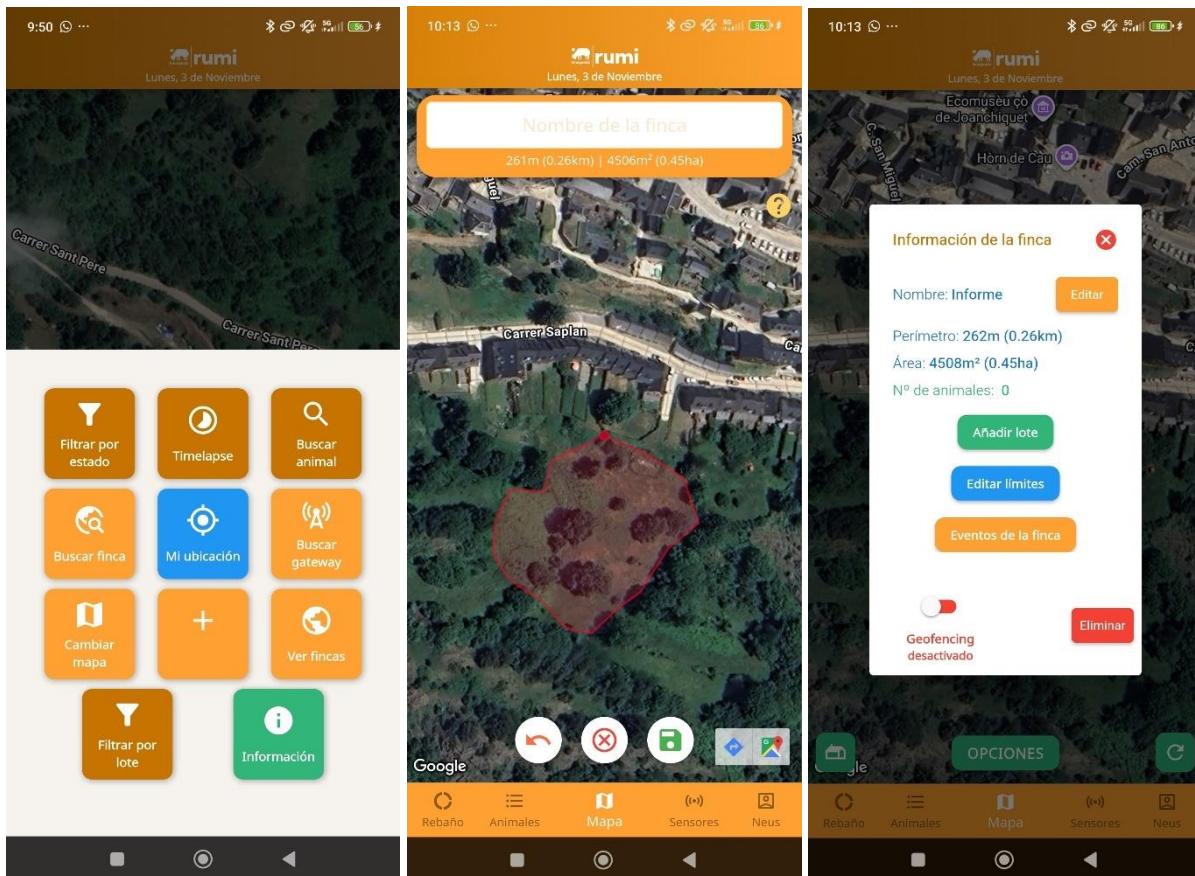


Ilustración 13: Carrusel de pantallas para la creación de una finca. En la última pantalla (derecha) se muestran las opciones que aparecen una vez creado la finca y clicado encima de ella en el mapa.

En la pantalla **Sensores** se muestra el listado de todos los sensores disponibles, junto con información básica sobre su nivel de batería y el estado de funcionamiento. Desde esta misma pantalla también es posible configurar alertas para recibir notificaciones en caso de que alguno de los sensores presente un mal funcionamiento o un nivel bajo de batería, lo que permite anticiparse a posibles incidencias.

Por último, en el apartado **Usuario** se recoge toda la información relacionada con la cuenta del usuario, incluyendo los datos personales, las preferencias de uso y los ajustes generales de la aplicación.

3.3. Ixorigue

Para instalar la aplicación de *Ixorigue*, debemos buscarla utilizando el navegador del dispositivo móvil. En el caso de los usuarios de *iPhone*, es muy importante realizar este proceso desde el navegador *Safari*, ya que es el que permite completar correctamente la instalación.

Una vez dentro de la página de la aplicación, hay que abrir el menú desplegable. En el caso de *Android*, debemos seleccionar “instalar aplicación”, mientras que en *iPhone* hay que elegir “Añadir a pantalla de inicio”. A continuación, aparecerá una ventana para confirmar la instalación, y solo será necesario pulsar “instalar” o “Añadir”, según el dispositivo. Completado el proceso, se creará un acceso directo en la pantalla de inicio del teléfono móvil, lo que permitirá acceder a la aplicación de forma rápida y sencilla, igual que con cualquier otra aplicación instalada.



Ilustración 14: Pantalla de inicio de la aplicación *Ixorigue*.

Para entrar en la aplicación, será necesario introducir nuestras credenciales para acceder. Al iniciar sesión, se abrirá la aplicación mostrando como pantalla principal el **Mapa**, donde podremos visualizar los dispositivos activos. En el caso de la aplicación *Ixorigue*, los dispositivos aparecen representados como puntos verdes (si son hembras) o azules (si son machos). Si ampliamos sobre ellos, se mostrará el nombre o número identificativo del animal junto con una hora, que indica el momento de la última señal emitida por el collar. Cuando un dispositivo aparece en rojo, indica que el animal tiene una alerta porque se encuentra fuera del vallado designado. Después, en función de la información que introducimos en la aplicación, los iconos podrán tener colores adicionales para representar el estado específico del animal, es decir, si el animal está preñado, avanzada, vacía, en celo, en lactancia, en tratamiento y marcar animales favoritos (ver ilustración 15). Por otro lado, si se crea un lote de animales también se le puede asignar un color y que todos animales de dicho lote estén representados con el color asignado.

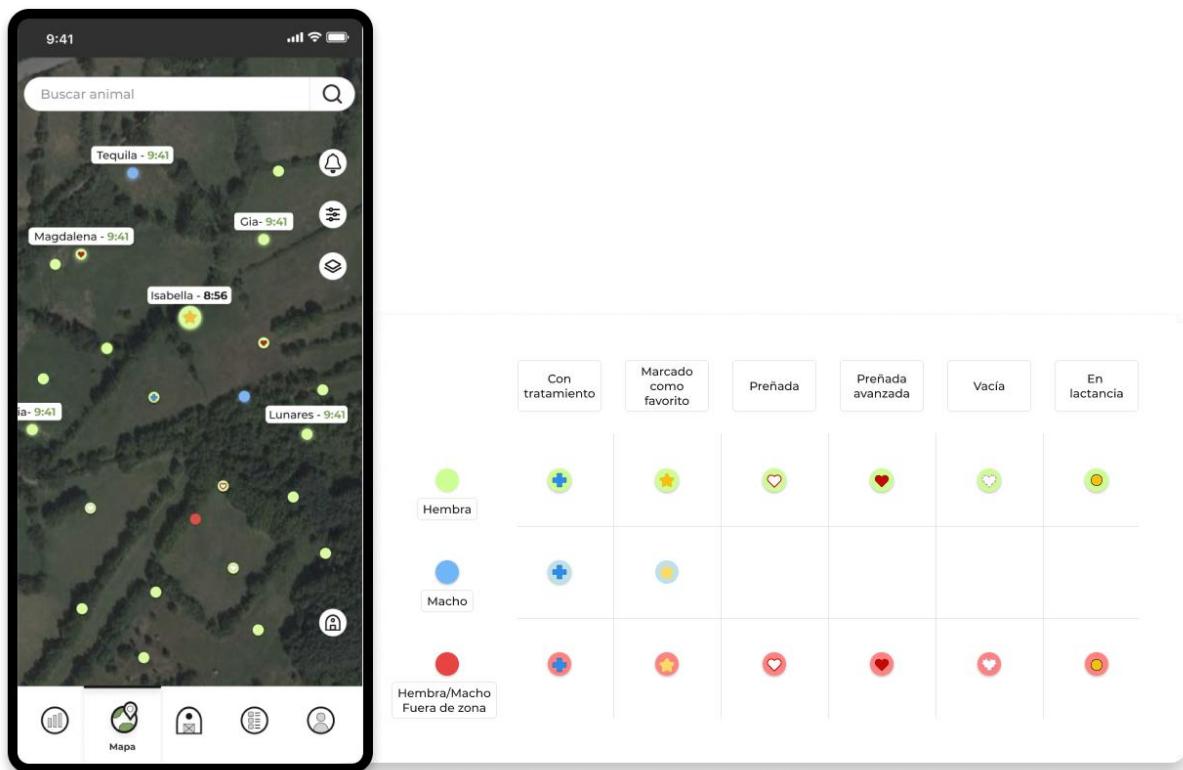


Ilustración 15: Leyenda de colores de los iconos que pueden salir representados en el mapa de la aplicación Ixorigue.

En la misma pantalla inicial, encontramos en la parte superior derecha, un ícono en forma de campana, que indica los avisos o notificaciones recibidos en el teléfono móvil. Estas alertas pueden corresponder a diferentes tipos de incidencias como salir de la zona delimitada, falta de movimiento, cambio de zona o baja actividad del dispositivo o animal. Para ajustar las alertas, haz clic en el ícono “configuración” ubicado en la esquina superior derecha. Esto abrirá un menú con la lista de todas las alertas disponibles en la aplicación, permitiéndote seleccionar las que deseas recibir y las que preferimos desactivar. Cabe tener en cuenta que, para que las alertas de zona o fincas funcionen correctamente, es imprescindible haber creado previamente las zonas en el mapa.

Para complementar la información de las alertas, puedes ver el recorrido que ha realizado el animal, abrir su ficha o reportar el estado de la alerta.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES

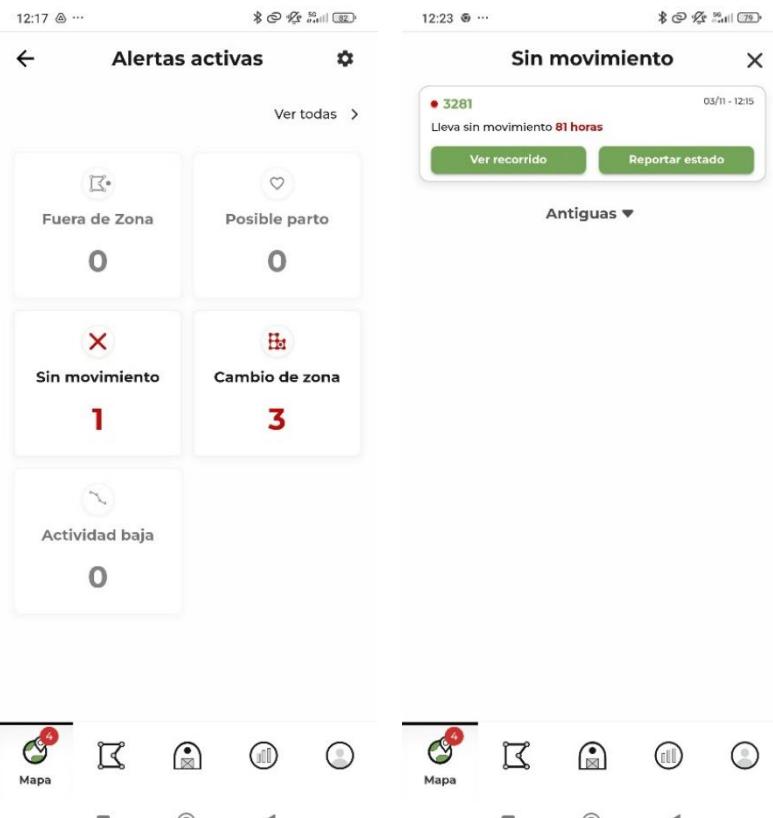


Ilustración 16: Pantallas de visualización de alertas activas. A la derecha visualización general del número de alertas de cada tipo. A la izquierda, detalle de la alerta de sin movimiento.

Volviendo a la pantalla inicial mapa, justo debajo de la campana se encuentra el botón de filtros, que permite buscar y visualizar fácilmente animales o collares según diferentes criterios. Los collares pueden filtrarse en función del sexo, el estado fisiológico, la raza o las zonas asignadas.

Debajo del botón de filtros encontramos el botón de capas. Desde aquí se puede seleccionar entre distintas maneras de visualizar la información. Por un lado, con la ubicación actual de los animales (opción determinada por la aplicación), por otro lado, el histórico de movimientos registrados durante las últimas horas, o los dispositivos que tenemos sin animal asignado. De la misma forma, desde esta misma pantalla también es posible visualizar la información relacionada con las zonas o fincas. Se puede seleccionar entre ver todas las zonas creadas, junto con su nombre, ver los días de descanso asignados a cada zona o el historial de ubicaciones que se registran los animales cuando se encuentran fuera de los límites establecidos.

Además, en este espacio se puede consultar el mapa de calor, una herramienta muy útil para analizar el uso del pasto. Este mapa permite identificar las áreas donde los animales han permanecido más tiempo y aquellas que apenas han sido utilizadas, lo

que facilita mejorar la gestión de las pasturas y optimizar el manejo del rebaño.

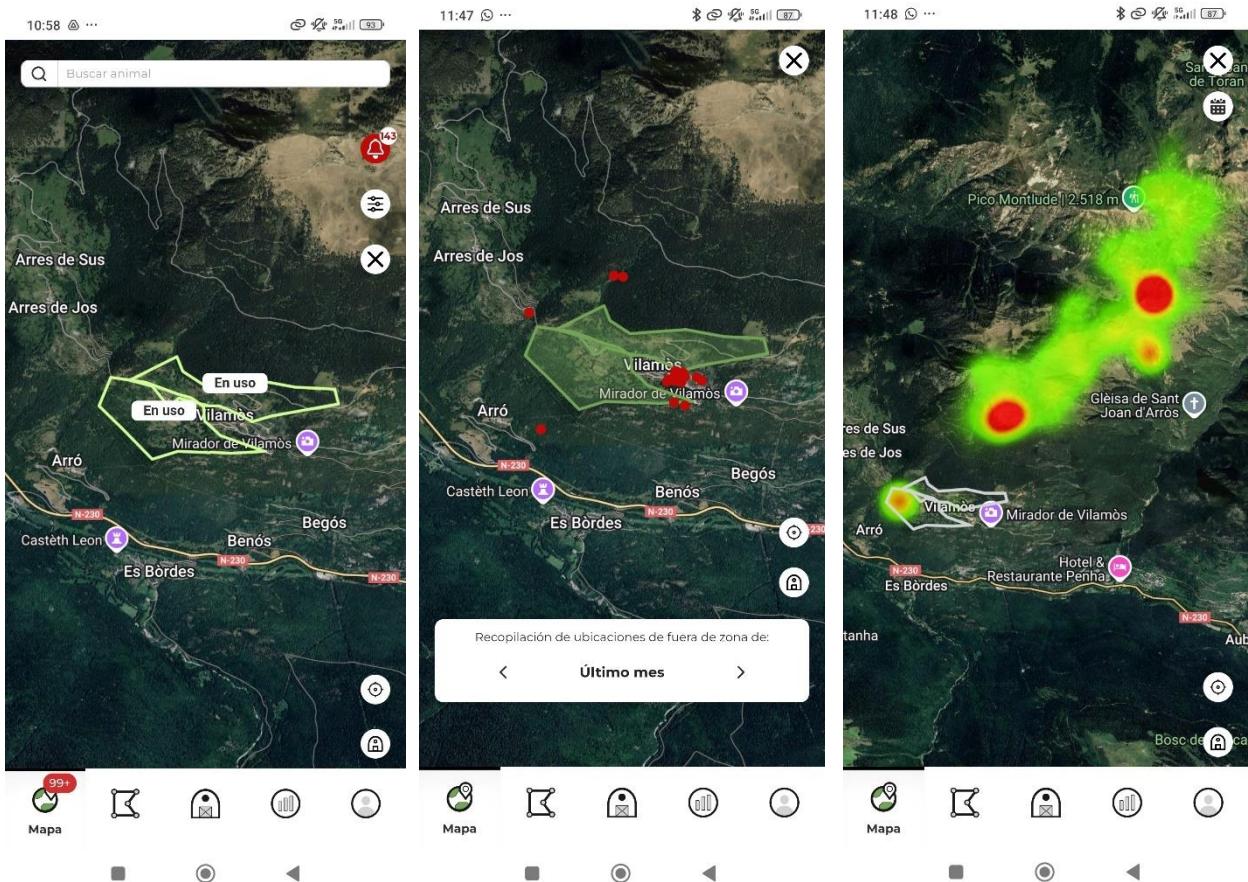


Ilustración 17: A la izquierda, visualización de las zonas y los días de descanso. Al centro, visualización del historial de ubicaciones situadas fuera de la zona y, a la derecha, mapa de calor del uso del pasto.

En el apartado **Zonas** se muestra el listado de todas las zonas creadas, junto con la superficie en hectáreas y el número de animales asignados a cada una. En cualquier momento, estas zonas pueden editarse, permitiendo mover animales entre ellas o asignar nuevos ejemplares según sea necesario.

Al hacer clic sobre una zona del listado, se accede a su ficha completa, donde presenta un historial detallado de todo el año. En esta vista se muestra el número de días de uso de descanso de la zona, ofreciendo un resumen estadístico con información como el número total de veces que se ha utilizado la parcela, la media de días de uso, la media de días de descanso y la media de animales por período de uso. Toda esta información se acompaña de un gráfico correspondiente, organizado mes a mes, lo que facilita la evaluación del manejo del pasto y la planificación de la rotación de las zonas de forma eficiente.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES

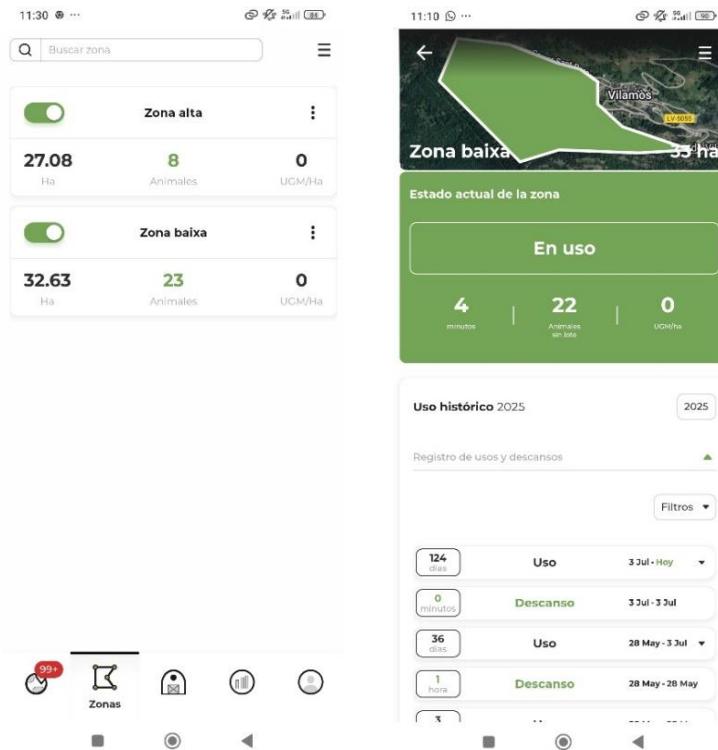


Ilustración 18: Pantallas de visualización de zonas. A la derecha, detalle de la información de la zona seleccionada.

Por otro lado, la aplicación *Ixorigue* también te permite crear un perímetro, es decir, definir los límites de tu propiedad. Se entiende como perímetro todo el espacio que pueden ir los animales y que es considerado espacio seguro. De este modo, mediante la creación de un perímetro, los animales que salgan se notificarán con una alerta de fuera de perímetro.

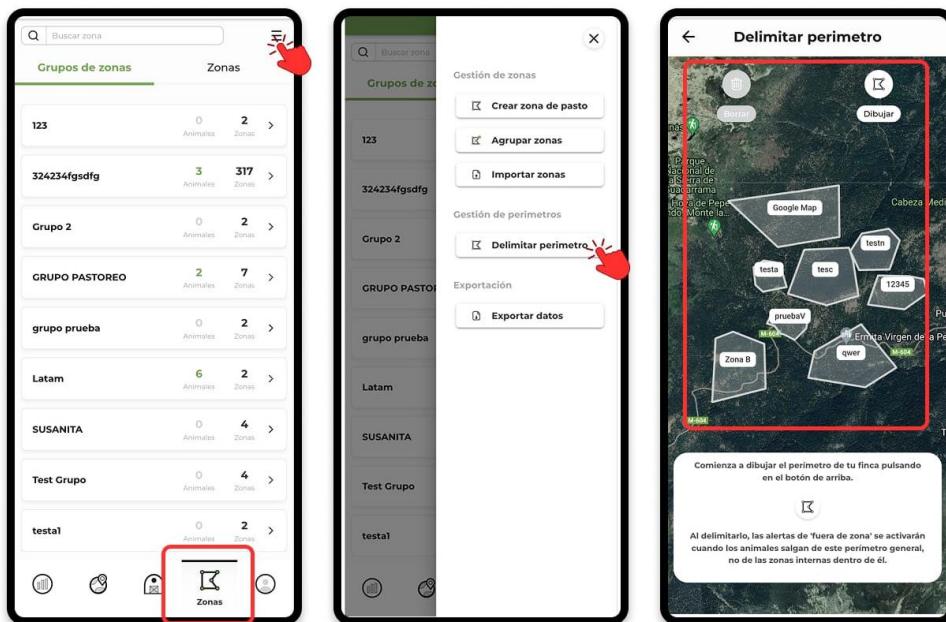


Ilustración 19: Carrusel de pantallas con las instrucciones de cómo crear un perímetro.

En el apartado **ganadería** se despliega una lista con todos los animales dados de alta en la aplicación, junto con la información del tiempo transcurrido desde su última ubicación registrada. Desde este mismo espacio también es posible visualizar los animales agrupados por lotes, acceder a la agenda y anotar los tratamientos y saneamientos. En la esquina superior derecha de la pantalla aparece un menú desplegable que permite crear nuevos animales de forma rápida y sencilla.

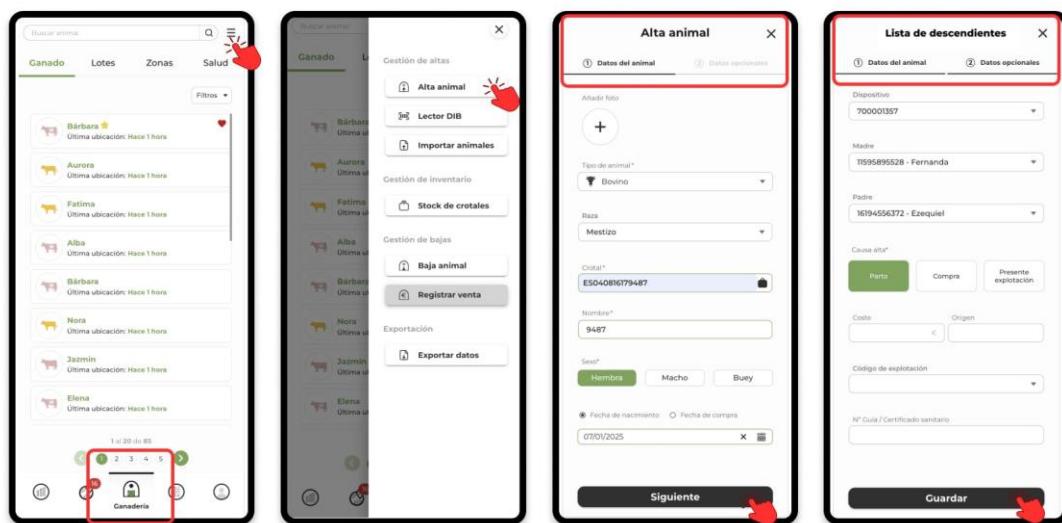


Ilustración 20: Carrusel de pantallas con las instrucciones de cómo dar de alta a un animal.

Asimismo, desde este apartado se pueden crear lotes de animales, una herramienta muy útil que permite agrupar ejemplares para facilitar su gestión y seguimiento. Cuando un lote incluye animales con dispositivos GPS, la aplicación utiliza la posición mayoritaria de los collares para asignar automáticamente el grupo a la zona de pastoreo correspondiente. Por este motivo, es importante mantener juntos a los animales que forman parte de un mismo lote, asegurando así una correcta localización y gestión.

Cada lote dispone de su ficha individual, donde se muestra información detallada como el número total de animales - con la posibilidad de pulsar para ver la lista completa) - el historial de movimientos - que indica el estado actual y los desplazamientos entre zonas - y la actividad media del lote, que ofrece datos comparativos de la última semana respecto al resto de la ganadería.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES

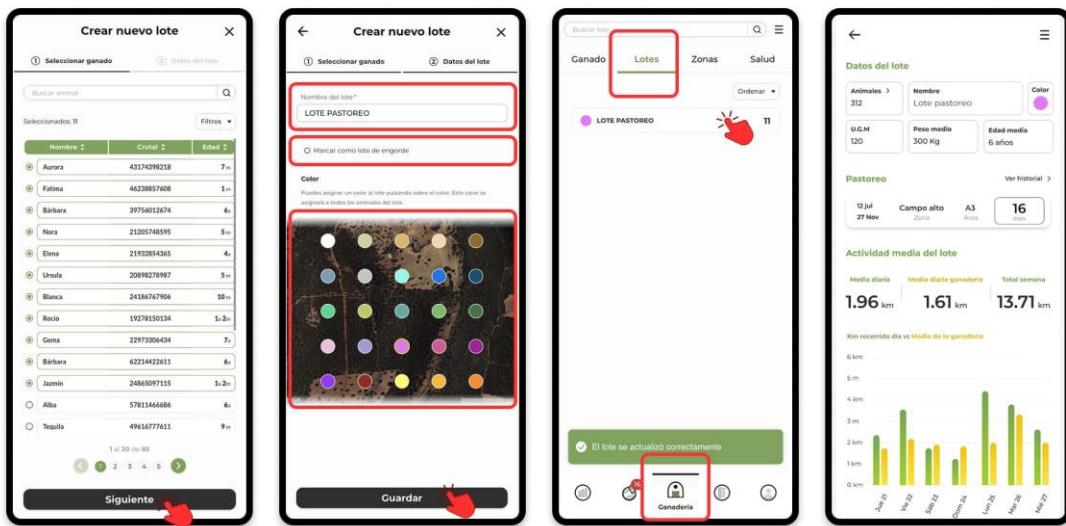


Ilustración 21: Carrusel de pantallas con las instrucciones de creación de lotes y, a la derecha, ejemplo de la ficha de un lote.

Por otro lado, en la sección ganadería encontramos la agenda de tareas. Está diseñada para ayudarte a llevar un seguimiento eficiente del estado de reproducción, engorde y salud de tu ganadería. Todos los datos que registres sobre tus animales en la aplicación ayudarán a que la Agenda de Tareas te notifique automáticamente cuando sea necesario realizar algún seguimiento. De la misma manera, en el subapartado salud, se pueden registrar saneamientos y tratamientos.

Aun dentro de la sección ganadería, en el mismo menú ubicado en la esquina superior derecha, es posible crear un stock de crotales. Para ello, basta con pulsar el símbolo “+” e introducir los datos solicitados: el número del primer crotal que se desea registrar y la cantidad total de crotales disponibles. Una vez introducida esta información, la aplicación generará automáticamente un listado en orden numérico, comenzando desde el número inicial que se haya ingresado. Gracias a esta función, no es necesario introducir los crotales uno a uno, lo que ahorra tiempo y permite asignarlos directamente a los animales de forma rápida y eficiente.

La siguiente sección que nos ofrece la aplicación de *Ixorigue* es la sección de **Estadísticas**. La pantalla de estadísticas de cría te ofrece una visión resumida y organizada del estado reproductivo de tu ganadería. Si llevas un registro adecuado de la reproducción y cría, esta herramienta te permitirá tomar decisiones basadas en datos para mejorar la productividad. En esta sección podrás consultar:

- Número total de nodrizas y total de terneros registrados en la campaña actual.

- Comparación con la campaña anterior, siempre que se tengan datos disponibles.
- Una estimación de cómo debería ser la campaña ideal, según el número de nodrizas disponibles, para garantizar una producción rentable.

También se muestra un resumen de todos los eventos reproductivos registrados en la ganadería. Al pulsar sobre cada uno, puedes acceder a la lista detallada con la información de los animales involucrados.

Animal	Duración	Tipo de cubrición
Fernanda	98 días	Natural
Laura	221 días	Natural
Bárbara	312 días	Natural
Ginebra	159 días	Natural
Wendy	282 días	Natural

Ilustración 22: Carrusel de pantallas de la sección de estadística.

En la parte inferior de la pantalla, encontrarás una tabla interactiva donde puedes analizar el rendimiento de tus animales. Esta tabla permite ordenar y filtrar los datos para visualizar la información de forma más clara y útil. Se puede organizar los animales en orden ascendente o descendente según cada criterio, lo que facilita el análisis de productividad y te ayuda a tomar decisiones estratégicas.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES

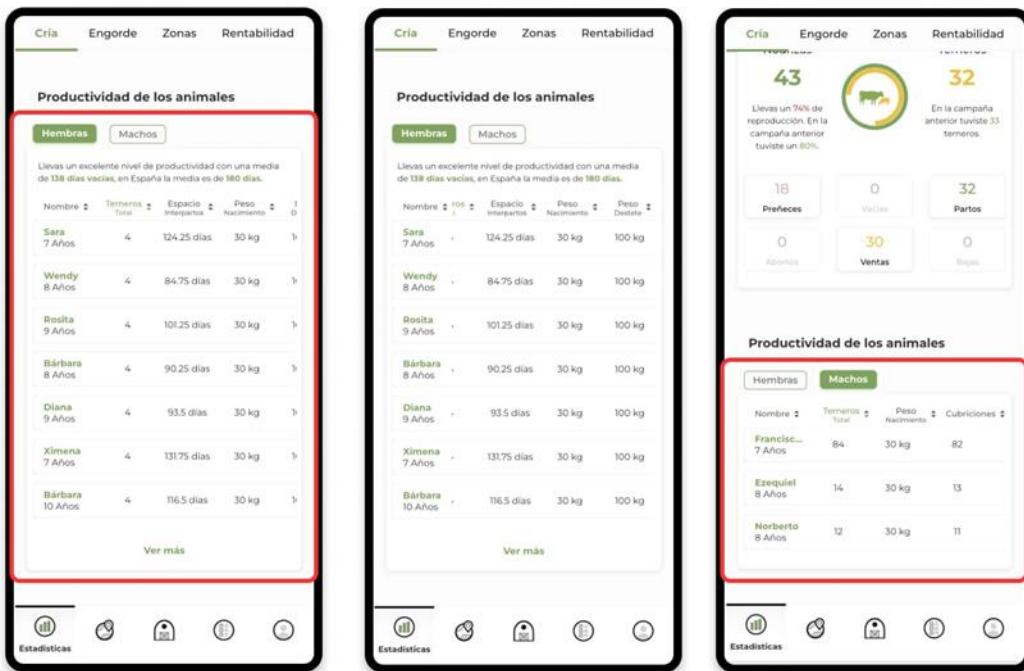


Ilustración 23: Carrusel de pantallas como ejemplo de información perteneciente al ranking de productividad.

Por último, en el apartado **Perfil** se recoge toda la información relacionada con la cuenta del usuario, incluyendo los datos personales, los dispositivos y las antenas. En esta sección es donde puedes ver el listado de dispositivos con el animal asignado y el estado de la batería.



4. Referencias bibliográficas

Berriet-Solliec, M., F. Lataste, D. Lépicier, y V. Piguet. «Environmentally and Socially Beneficial Outcomes Produced by Agro-Pastoral Systems in the Cévennes National Park (France)». *Land Use Policy* 78 (2018): 739-47.

Bewley, J. (2010). Precision dairy Farming: Advanced analysis solutions for future profitability. University of Kentucky, USA.

Bosch, J. M. (2017). Evolució dels nuclis de població petits del Pallars Sobirà. Universitat de Barcelona.

Chiswell, H., & Lobley, M. (2018). It's definitely a Good time to be a Farmer: Understanding the changing dynamics of successor creation in late modern society. *Rural sociology*.

Ellenberg, H. (1988). *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.

Godde, C.M., T. Garnett, P.K. Thornton, A.J. Ash, y M. Herrero. «Grazing Systems Expansion and Intensification: Drivers, Dynamics, and Trade-Offs». *Global Food Security* 16 (2018): 93-105.

Lasanta-Martínez, T., Vicente-Serrano, S., & Cuadrat-Prats, J.M. (2005). Mountain mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography* 25(1): 47-65.

Menor-de-Gaspar-López, R., Carrascoa, I., & Gómez-Borja, MA. (2025). The decline of traditional pastoralism in Europe: Understanding the dynamics through discussion groups with spanish shepherds. *Apstract Vol. 19. Number 1*.

Pinto, R., M. Castro, F. Torres-Manso, y M. Rainha. «Pastoralism in the Development of Mountain Territories in Por-Tugal: A Multidimensional Analysis of Challenges and Oppor-Tunities». *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, n.º 63 (2023): 65-74.

Portús, P.O., y M. Rosario Mateo Pérez. «Ethnohistorical evolution of shepherding uses in the Royal Bardenas of Navarre». *Lurralde: Investigacion y Espacio* 43 (2020): 5-60.



Análisis comparativo de los collares de geolocalización

1. Introducción

1.1. Antecedentes

Las tecnologías inteligentes, como la ganadería de precisión (PLF, por sus siglas en inglés), se han consolidado como una de las herramientas más prometedoras para optimizar la gestión de los recursos ganaderos y mejorar la eficiencia de los sistemas productivos (Stevens et al., 2021). No obstante, aunque el uso de estas tecnologías en sistemas de pastoreo ha despertado un interés creciente en los últimos años, su implementación práctica aún presenta limitaciones y requiere de un mayor desarrollo y escalado para fomentar su aplicación efectiva en sistemas extensivos (Golinski et al., 2023).

La PLF tiene como objetivo gestionar los animales de manera individualizada, mediante el monitoreo continuo y en tiempo real de parámetros relacionados con su salud, bienestar, producción, reproducción e impacto ambiental (Berckmans, 2017). Para lograrlo, estas tecnologías están diseñadas para controlar las variables clave de producción y alertar al ganadero ante cualquier desviación o problema detectado (Tzanidakis et al., 2012). Así pues, las tecnologías PLF ofrecen a los ganaderos la posibilidad de optimizar la asignación de recursos, generando beneficios no solo económicos, sino también ambientales y sociales (Neethirajan & Kemp, 2021).

El acceso a información en tiempo real sobre la salud, el comportamiento, el rendimiento productivo y las condiciones del pasto permite ajustar la alimentación, lo que reduce el desperdicio y mejora la eficiencia alimentaria (Sartori et al., 2024). A nivel ambiental, las tecnologías PLF permiten optimizar los patrones de pastoreo y mejorar el manejo de los pastizales, evitando el sobrepastoreo, promoviendo la salud del suelo y reduciendo los procesos de erosión (Nendissa et al., 2024).

Finalmente, la adopción de tecnologías PLF también repercute positivamente en el bienestar animal, al permitir una atención más oportuna y precisa, capaz de detectar precozmente signos de enfermedad o estrés, garantizando así condiciones productivas y éticas más adecuadas (Tekin et al., 2021).



En los últimos años, el Conselh Generau d'Aran ha incorporado nuevas tecnologías para ayudar a hacer la vida más fácil a los ganaderos de extensivo. De la misma manera, des del Programa de Bienestar Animal del IRTA se vienen testando collares de geolocalización comerciales en zonas próximas al Valle de Arán (Parque Natural del Alto Pirineo) desde 2018 con resultados muy prometedores tanto en una buena localización de animales en zonas de difícil acceso, como en proporcionar información general del animal.

Es por eso por lo que este informe presente de la subacción 2.1.3.1 busca ser una herramienta descriptiva de los datos que se obtienen mediante las tres marcas presentes en nuestro país: *Rumi-Innogando*, *Ixorigue* y *Digitanimal* y hacer una comparativa de rendimiento de estas tecnologías en una misma zona en entorno de alta montaña.

La siguiente comparativa se realiza mediante los datos de los collares de geolocalización colocados en el rebaño de ovejas del proyecto OVIHUEC.DAT. Se han colocado un total de 90 dispositivos de geolocalización distribuidos entre tres marcas: *Digitanimal*, *Rumi-Innogando* e *Ixorigue*, con 30 collares de cada una. Estos collares han estado activos en los animales desde enero de 2025 y gran parte han permanecido en funcionamiento hasta la actualidad (diciembre de 2025).

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este informe es describir los datos obtenidos a través de diferentes tecnologías de ganadería de precisión (PLF) - Concretamente los collares de geolocalización de las marcas *Rumi-Innogando*, *Ixorigue* y *Digitanimal* - colocado en el rebaño del proyecto OVIHUEC.DAT, un rebaño en extensivo de alta montaña en Vilamòs, un pueblo del Valle de Arán. De la misma manera, este informe busca ser una aproximación a la primera evaluación y comparativa el rendimiento de los diferentes collares utilizados del mes de febrero al mes de abril.

1.3. Estructura del informe

En este informe se presenta una descripción de los datos obtenidos por cada marca de collar de geolocalización instalados en el rebaño de OVIHUEC.DAT y, posteriormente, se analizan los datos obtenidos para hacer una comparativa inicial de los rendimientos de estos dispositivos.



2. Evaluación de los collares de geolocalización

2.1. Digitanimal

2.1.1. Descripción de los datos

Los datos brutos de los dispositivos *Digitanimal* incluyen los siguientes campos:

- Id_itm: identificador del lote de datos.
- Pos_x, pos_y, pos_z, std_x, std_y, std_z, max_x, max_y, max_z: coordenadas en x, y y z en metros y error estándar y máximo en la x, y y z.
- Temperature: registro de temperaturas del animal.
- Time_stamp: data y hora del registro.
- Id_collar: identificador único del collar.
- Id_user: identificador del usuario del collar.
- Rate: frecuencia de registro.
- Hardware y Firmware del collar y el programa.
- Lat: latitud en coordenadas GPS
- Lng: longitud en coordenadas GPS

Los datos utilizados en este informe han sido: time_stamp y id_collar

2.1.2. Análisis de datos

El funcionamiento de los collares recibidos de fábrica del mes de febrero al mes de abril ha sido del 73,3%. Ocho de los treinta dispositivos dejaron de funcionar o no llegaron a hacerlo nunca y, a finales de febrero, se enviaron a Madrid para su reparación. Estos collares no fueron devueltos hasta el 9 de mayo, por lo que su funcionamiento queda excluido de esta primera comparativa.

De los 22 dispositivos restantes que estuvieron operativos durante marzo y abril, dos más dejaron de funcionar: el DK775, que dejó de emitir señales el trece de marzo, y el DA222, que dejó de hacerlo el cuatro de abril. Con el análisis de datos de estos dos collares para entender la raíz del fallo creemos que tenían una configuración diferente a la estándar, lo que provocó un agotamiento rápido de la batería. El collar DK754 parece tener la misma configuración, aunque a finales de abril seguía enviando señales.



La configuración estándar de los collares *Digitanimal* es la de emitir una señal cada 30 minutos. Por lo tanto, un collar que funcione al 100% debería generar un máximo de 48 señales diarias. A partir de esta información se ha calculado el rendimiento de cada dispositivo y la media global (excluyendo los 11 dispositivos que no han funcionado correctamente desde el inicio o que tenían una mala configuración) (tabla1).

Mes	Rendimiento
Febrero	83,8%
Marzo	84%
Abril	78,3%

Tabla 1: Porcentaje de rendimiento de los collares *Digitanimal* durante los meses de febrero, marzo y abril.

2.1.3. Anexos con tablas de datos

	Número de señales				Rendimiento %			
	febrero	marzo	abril	Total		febrero	marzo	abril
DA222	3135	3536	404	7075		233,2589286	237,6344086	28,05556
DA285	1					0,074404762		
DA286						0		
DA294	1112	1192	1087	3533		82,73809524	80,10752688	75,48611
DA435	3					0,223214286		
DA441						0		
DA443	1118	1245	1124	3649		83,18452381	83,66935484	78,05556
DA928	1141	1280	1144	3730		84,89583333	86,02150538	79,44444
DA933	1136	1297	1107	3694		84,52380952	87,16397849	76,875
DA935	1127	1254	1127	3657		83,85416667	84,27419355	78,26389
DA936	1150	1270	1142	3731		85,56547619	85,34946237	79,30556
DB298	1122	1250	1089	3629		83,48214286	84,00537634	75,625
DB452	1091	1221	1088	3550		81,17559524	82,05645161	75,55556
DB863	1114	1231	1128	3640		82,88690476	82,72849462	78,33333
DB995	1058	1183	1055	3443		78,7202381	79,50268817	73,26389
DD201	1131	1238	1133	3653		84,15178571	83,19892473	78,68056
DD202	1112	1237	1124	3640		82,73809524	83,13172043	78,05556
DD204	1158	1255	1128	3699		86,16071429	84,34139785	78,33333
DD205	1123	1243	1137	3657		83,55654762	83,53494624	78,95833
DD206	1166	1283	1137	3731		86,75595238	86,22311828	78,95833
DD207	1182	1268	1153	3770		87,94642857	85,21505376	80,06944
DK751						0		
DK752						0		
DK753						0		
DK754	3085	3458	3087	10077		229,5386905	232,3924731	214,375
DK755	3102	3429	1176	7707		230,8035714	230,4435484	81,66667

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



DK756	1175	1298	1145	3786		87,42559524	87,2311828	79,51389
DK757	1093	1241	1124	3614		81,32440476	83,40053763	78,05556
DK758	1168	1312	1165	3812		86,9047619	88,17204301	80,90278
DB059						0		
Total	30803	35958	28991	99714	Mediana	83,85416667	84,00537634	78,3333

Tabla 2: Número total de señales por mes de cada collar. A la derecha, rendimiento de cada collar por mes. Al final, el cálculo de la mediana de rendimiento. Los collares en rojo son los once excluidos por el cálculo de la mediana.



2.2. Rumi-Innogando

2.2.1. Descripción de los datos

Los datos brutos de los dispositivos *Rumi-innogando* incluyen los siguientes campos:

- Source.Name: nombre o número identificativo del animal.
- _value_location: coordenadas GPS
- _time_location: fecha de la señal
- Hour_location: hora de la señal

2.2.2. Análisis de datos

El funcionamiento de los collares llegados de fábrica ha sido del 96,7%. Solo encontramos un dispositivo (Source_Name: 99295) que no funcionaba y que no llegó a colocarse. Durante la colocación de los collares, nos dimos cuenta de que no se iniciaba correctamente, ya que no emitía la señal acústica después de pasar el imán. Se contactó con el servicio técnico y nos ayudaron a solucionar la avería. Llegó con la batería descargada y solo fue necesario colocarlo al sol. Actualmente, el funcionamiento de los collares llegados de fábrica es del 100%.

La configuración estándar de los collares *Rumi-innogando* es la de emitir señales en función de la actividad de los animales. A diferencia de los collares *Digitanimal* e *Ixorigue*, los collares *Rumi-innogando* registran señales cuando detectan que el animal tiene actividad. De ahí que la mayoría de las señales se produzcan entre las 11 y las 19 horas del día, que es cuando salen a pastar. Esta configuración es una estrategia de esta marca para ahorrar energía, reduciendo mucho el número de señales que se emiten, como en este caso, cuando los animales están estabulados.

En esto caso, a diferencia de *Digitanimal*, no podemos calcular le porcentaje de rendimiento de los dispositivos porque no disponemos de un número máximo de señales cuando los collares están en pleno rendimiento. Aún así, se ha recogido el número total de datos por collar y mes.



2.2.3. Anexos con tablas de datos

Source_Name	Febrero	Marzo	Abril	Total general
2726	668	576	863	2163
12890	716	681	845	2304
20258	570	719	915	2253
20290	468	567	655	1751
20291	343	650	708	1757
20324	400	499	646	1596
22721	367	565	676	1665
23278	315	566	679	1604
28347	376	474	660	1544
29466	447	477	673	1637
47968	485	495	699	1717
48025	130	517	674	1363
48184	609	811	881	2359
49338	342	414	747	1532
49349	365	489	567	1454
51641	257	487	714	1497
51683	183	512	647	1377
54752	631	752	863	2300
58805	242	487	610	1372
59148	402	457	598	1487
61438	477	543	765	1814
61465	628	546	741	1961
63125	618	597	873	2161
63126	423	538	638	1637



89017	284	570	718	1620
97345	388	622	589	1653
99295	7		312	321
99299	617	722	882	2277
Total general	11758	15333	19838	48176

Tabla 3: Número total de señales por collar por los meses de febrero, marzo y abril.

2.3. Ixorigue

2.3.1. Descripción de los datos

Los datos brutos de los dispositivos *Ixorigue* incluyen los siguientes campos:

- PublishedAT: fecha y hora de la señal.
- DeviceName: identificador del dispositivo.
- Location: coordenadas geográficas en formato decimal.

2.3.2. Análisis de datos

Los collares *Ixorigue* presentaron, en el principio, un problema de funcionamiento. Debido al contacto constante con los comederos metálicos, muchos dispositivos se reiniciaban de forma automática, lo que obligaba a hacer pasar los animales por la manga y volver a activar el dispositivo mediante el imán.

Esta gestión resultaba inviable, por lo que se decidió sustituir el modelo de los dispositivos. El día 3 de abril se instalaron el nuevo modelo de collares. En consecuencia, puede afirmarse que el rendimiento de los primeros dispositivos fue del 0%.

Tras la sustitución, el funcionamiento de los nuevos dispositivos fue del 100%. Tal y como se observa en las siguientes tablas, ninguno de los collares dejó de funcionar durante el mes de abril. A diferencia de otras marcas analizadas, los collares *Ixorigue* registran dos tipos de datos: con información de ubicación y sin ella. Por este motivo, los resultados se muestran en tablas separadas.

En condiciones normales, los collares *Ixorigue* realizan un registro de ubicación cada 30 minutos entre las 7:00 y las 19:00 horas. Fuera de este horario, los registros se



efectúan cada hora. No obstante, si un animal sale de alguna de las zonas delimitadas previamente en la aplicación, el collar aumenta la frecuencia de registro a cada 5 minutos, con el fin de facilitar su localización.

Con esta configuración, se ha analizado el rendimiento de los nuevos dispositivos, cuyos resultados se muestran en las tablas de a continuación. Los nuevos collares presentan un rendimiento medio del 43%. Según el técnico *Ixorigue*, este rendimiento se ve notablemente afectado por el apantallamiento de la nave, el cual impide una transmisión óptima de la señal. De hecho, los datos muestran que la mayoría de los registros se producen cuando los animales se encuentran en el exterior o en pastoreo.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



2.3.3. Anexos con tablas de datos

Tabla 4: Número de señales que incluyen información de la ubicación por día de cada dispositivo Ixorigue durante abril y principio de mayo.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



Tabla 5: Número de señales que no incluyen información de la ubicación por día de cada dispositivo Ixorigue durante abril y principio de mayo.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



	Señales con info GPS				Señales sin info GPS				
	Febrero	Marzo	Total	%Rendimiento	Febrero	Marzo	Total	Total señal	%Rendimiento
70007853						5	5	5	0,235404896
70007857	354	70	424	19,96233522	1	1	2	426	20,05649718
70007858				0		2	2	2	0,094161959
70007860				0		3	3	3	0,141242938
70007862	311	1690	2001	94,20903955				2001	94,20903955
70007864	126		126	5,93220339				126	5,93220339
70007865	316	1019	1335	62,85310734				1335	62,85310734
70007866	338	1559	1897	89,3126177		38	38	1935	91,10169492
70007867	351	1658	2009	94,58568738		1	1	2010	94,63276836
70007868				0	1		1	1	0,047080979
70007870	388	741	1129	53,15442561				1129	53,15442561
70007871	355	939	1294	60,92278719	1	5	6	1300	61,20527307
70007872	341	1495	1836	86,44067797	1	1	2	1838	86,53483992
70007874	362	1453	1815	85,4519774	1	3	4	1819	85,64030132
70007875	292	1733	2025	95,33898305		1	1	2026	95,38606403
70007877	344	570	914	43,03201507		1	1	915	43,07909605
70007878	310	208	518	24,38794727				518	24,38794727

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



70007879	375	1589	1964	92,46704331	1	6	7	1971	92,79661017
70007880	343	665	1008	47,45762712				1008	47,45762712
(en blanc)		710	710	33,42749529		1	1	711	33,47457627
Total general	4906	16099	21005		6	68	74	21079	

Tabla 6: Recuento de señales por collar y por mes durante febrero y marzo. A la izquierda recuento de señales que traen con ellas información de ubicación, a la derecha, recuento de señales sin información de ubicación.

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



	Señal con info GPS			Señal sin info GPS					
	Abril	5 días Mayo	Total	%Rendimiento abril	Abril	5 días Mayo	Total	Total señal	%Rendimiento abril
70012025	157	29	186	16,31579	196	35	231	417	36,57895
70012026	79	10	89	7,807018	300	42	342	431	37,80702
70012027	184	27	211	18,50877	243	46	289	500	43,85965
70012028	99	18	117	10,26316	357	47	404	521	45,70175
70012029	160	20	180	15,78947	312	44	356	536	47,01754
70012030	154	32	186	16,31579	367	61	428	614	53,85965
70012031	118	24	142	12,45614	400	65	465	607	53,24561
70012032	155	19	174	15,26316	402	59	461	635	55,70175
70012033	249	44	293	25,70175	341	44	385	678	59,47368
70012034	79	20	99	8,684211	401	53	454	553	48,50877
70012035	188	40	228	20	400	65	465	693	60,78947
70012036	176	33	209	18,33333	393	57	450	659	57,80702
70012037	120	18	138	12,10526	195	39	234	372	32,63158
70012038	89	17	106	9,298246	282	38	320	426	37,36842
70012039	91	22	113	9,912281	347	54	401	514	45,08772
70012040	125	48	173	15,17544	370	61	431	604	52,98246

2.1.3.1.1 MONITORIZACIÓN DE ANIMALES



70012041	218	44	262	22,98246	328	49	377	639	56,05263
70012042	166	34	200	17,54386	372	56	428	628	55,08772
70012043	158	26	184	16,14035	404	67	471	655	57,45614
70012044	69	20	89	7,807018	309	59	368	457	40,08772
70012045	15	9	24	2,105263	389	77	466	490	42,98246
70012046	98	36	134	11,75439	331	61	392	526	46,14035
70012047	117	28	145	12,7193	291	44	335	480	42,10526
70012048	93	29	122	10,70175	322	43	365	487	42,7193
70012049	62	17	79	6,929825	300	49	349	428	37,54386
70012050	96	10	106	9,298246	345	50	395	501	43,94737
70012051	38	11	49	4,298246	267	42	309	358	31,40351
70012052	113	33	146	12,80702	371	62	433	579	50,78947
70012053	180	44	224	19,64912	386	63	449	673	59,03509
70012054	452	23	475	41,66667	129	61	190	665	58,33333
Total general	4098	785	4883	12,76316	9850	1593	11443	16326	46,57895

Tabla 7 Recuento de señales por collar y por mes durante abril y los cinco primeros días de mayo. A la izquierda recuento de señales que traen con ellas información de ubicación, a la derecha, recuento de señales sin información de ubicación.



3. Conclusiones

El análisis comparativo de los collares de geolocalización de las marcas *Digitanimal*, *Rumi-Innogando* e *Ixorigue*, realizado durante los meses de febrero a abril, ha permitido obtener una primera idea de cómo funcionan estos dispositivos en condiciones reales dentro del rebaño.

En el caso de *Digitanimal*, se detectaron algunos problemas iniciales: varios collares no funcionaban correctamente y un pequeño grupo venía con una configuración distinta a la estándar. Aun así, los collares operativos han mostrado rendimientos mensuales relativamente estables, con valores entre el 78% y el 84%.

Los collares de *Rumi-Innogando* han tenido un funcionamiento estable durante todo el periodo analizado. Aunque su sistema de transmisión depende de la actividad del animal y no permite calcular un rendimiento porcentual comparable al de otros modelos, se ha comprobado que todos los dispositivos han permanecido activos y han enviado datos de manera continua.

En cuanto a *Ixorigue*, los primeros modelos instalados no eran compatibles con los comederos metálicos, lo que provocaba reinicios frecuentes. Por este motivo, la empresa los sustituyó por un modelo más adecuado. Durante el primer mes de uso de estos nuevos collares (abril), se obtuvo un rendimiento del 59,34%. Del total de datos recopilados, un 21,5% incluía coordenadas y un 78,48% correspondía a registros sin geolocalización. A partir de estos resultados, se ajustó la configuración para intentar aumentar la cantidad de datos con coordenadas.

Este primer análisis ofrece una base inicial y permite ajustar las configuraciones y metodologías antes de realizar la evaluación final del proyecto OVIHUEC.DAT. Esta segunda fase se llevará a cabo cuando el rebaño esté en los pastos estivales de alta montaña, un entorno clave para conocer el comportamiento real de los collares. Será entonces cuando se pueda valorar de manera más precisa su rendimiento, su capacidad de localización y su funcionamiento bajo una misma cobertura.



4. Referencias bibliográficas

- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming, Animal Front. 7. 6-11.
- Golinski, P., Sobolewska, P., Stefanska, B., Golinska, B. (2023) Virtual fencing technology for cattle management in the pasture feeding system - a review, Agriculture 13.
- Neethirajan, S., Kemp, B. (2021). Digital livestock farming, Sens. Bio-Sens. Res. 3.
- Nendissa, D., Alimgozhaevich, I., Sapaev, I., Karimbaevna, T., Bakhtiyarovna, S., Abdullah, D., Zokirov, K., Sharifovna, A. (2023). Sustainable livestock grazing in Kazakhstan practices, challenges, and environmental considerations, Casp. J. Environ. Sci. 21.
- Sartori, L., Gurgeira, D., Crisostomo, C., de Paz, C., Ferreira, J., da Costa, R. (2024). Performance, feed efficiency, feeding behavior, and cortisol concentration of lambs ranked for residual feed intake and residual intake and gain, Trop. Anim. Health Prod. 56.
- Stevens, D.R., Thompson, P., Johnson, B., Meenken, E., Bryant, J. (2021). Integrating digital technologies to aid grassland productivity and sustainability, Front. Sustain. Food Syst. 5.
- Tekin, K., Yurdakok, B., Kanca, H., Guatteo, R. (2021). Precision livestock farming technologies: novel direction of information flow, Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 68. 193-212.
- Tzanidakis, C., Simitzis, P., Arvanitis, K., Panagakis, P. (2021). An overview of the current trends in Precision Pig Farming technologies, Livest. Sci. 249 (2021)